



Research Article

การศึกษาคุณภาพทางกายภาพและเคมีของปลากุลเลา
(*Eleutheronema tetradactylum*) ในพื้นที่ตำบลบางตาawa อำเภอหนองจิก จังหวัดปัตตานี

Study on Physical and Chemical Quality of Fourfinger Threadfin

(*Eleutheronema tetradactylum*) from Bang Tawa Sub-district,

Nong Chik District, Pattani Province

ภัทรวดี เอียดเต็ม * และ กมลทิพย์ กรรไพบระ

Phattharawadee Aedtem * and Kamontip Kanpairo

สาขาการประกอบอาหารฮาลาล คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา อำเภอเมือง จังหวัดยะลา 95000
Department of Halal Culinary, Faculty of Science Technology and Agriculture, Yala Rajabhat University, Mueang, Yala 95000, Thailand.

ABSTRACT

Article history:

Received: 2023-08-04

Revised: 2023-10-30

Accepted: 2023-11-20

Keywords:

Pla Kulao fish (fourfinger threadfin);
catch quantity;
quality;
storage;
frozen

Bang tawa Sub-district, located in Nong Jik District, Pattani Province, is known as an important fishing ground for "Pla Kulao" (Fourfinger threadfin). The fish caught in this area are primarily processed for salting. However, there is a lack of statistical data on the quantity of Fourfinger threadfins in this area and their post-harvest quality. Hence, this research aims to study the quantity and quality of catches, as well as their storage, during the fishing season. The study revealed that the catch quantity of Fourfinger threadfin in the Bang tawa Sub-district amounted to 8,366.6 kilograms/year. The highest catch quantity was recorded in January, with 2,013.6 kilograms/year. The physical and chemical quality of Fourfinger threadfin with three sizes was studied, and the fish were classified into three weight ranges. Samples were collected every 3 months, namely in January, April, July, and October. The average protein content for each weight range was as follows: 19.97%, 22.79%, 24.35%, and 22.99%, respectively. The 1-2 kilograms Fourfinger threadfin showed the highest protein content in every month ($p < 0.05$). For each weight range, the average fat content was 2.52%, 2.20%, 2.82%, and 2.84%, respectively. Additionally, the fat content in female Fourfinger threadfin was 1.32 times higher than that in males. The TVB-N value, which indicates fish deterioration, had the highest value of 21.51 (mg/100 g) in April. When analyzing the correlation between chemical properties and freshness score of Fourfinger threadfin, it was found that physical characteristics were positively correlated with chemical properties ($p < 0.01$). Regarding the preservation of fresh Fourfinger threadfin for salted fish production, chilling ($10 \pm 2^\circ\text{C}$) allowed preservation for 3 days, whereas freezing ($-18 \pm 2^\circ\text{C}$) extended preservation beyond 30 days.

* Corresponding author.

E-mail address: phattharawadee.a@yru.ac.th

Cite this article as:

Aedtem, P. and Kanpairo, K. 2025. Study on Physical and Chemical Quality of Fourfinger Threadfin (*Eleutheronema tetradactylum*) from Bang Tawa Sub-district, Nong Chik District, Pattani Province. **Recent Science and Technology** 17(1): 259943.

บทคัดย่อ

ตำบลบางตาหลวง อำเภอหนองจิก จังหวัดปัตตานี เป็นแหล่งจับปลากุเลาที่สำคัญแห่งหนึ่ง โดยมีการส่งจำหน่ายนอกพื้นที่เพื่อการแปรรูปปลากุเลาเค็ม แต่ไม่มีรายงานสถิติปริมาณปลากุเลาในพื้นที่ และการศึกษาคุณภาพหลังการจับ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณการจับ คุณภาพแต่ละช่วงฤดูและคุณภาพของปลากุเลาเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างกันจากการศึกษาพบว่าปริมาณการจับปลากุเลาในพื้นที่ตำบลบางตาหลวง มีปริมาณ 8,366.6 กิโลกรัมต่อปี โดยเดือนมกราคมมีปริมาณการจับสูงสุด เท่ากับ 2,013.6 กิโลกรัมต่อปี และจากการศึกษาคุณภาพทางกายภาพและเคมีของปลากุเลา 3 ขนาด โดยทำการเก็บตัวอย่างทุก ๆ 3 เดือน ได้แก่ เดือนมกราคม เมษายน กรกฎาคม และตุลาคม พบว่ามีปริมาณโปรตีนเฉลี่ย เท่ากับร้อยละ 19.97, 22.79, 24.35 และ 22.99 ตามลำดับ โดยขนาดปลากุเลาน้ำหนัก 1-2 กิโลกรัม มีปริมาณโปรตีนสูงสุดในทุกช่วงเดือน ($p < 0.05$) และปริมาณไขมันเฉลี่ย เท่ากับ ร้อยละ 2.52, 2.20, 2.82 และ 2.84 ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่าปลากุเลาเพศเมียจะมีปริมาณไขมันสูงกว่าเพศผู้ 1.32 เท่า ส่วนค่า TVB-N ซึ่งแสดงถึงการเสื่อมเสียของปลา พบว่าปลากุเลาที่จับในเดือนเมษายน มีค่าสูงสุดเท่ากับ 21.51 (mg/100 g) และเมื่อวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ของสมบัติทางเคมีกับลักษณะทางกายภาพที่แสดงถึงความสดของปลากุเลา พบว่าลักษณะทางกายภาพมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับสมบัติทางเคมี ($p < 0.01$) การเก็บรักษาปลากุเลาสดที่อุณหภูมิแช่เย็น (10 ± 2 °C) และแช่แข็ง (-18 ± 2 °C) เพื่อให้เหมาะสมในการผลิตปลากุเลาเค็ม พบว่าที่อุณหภูมิแช่เย็นสามารถเก็บรักษาปลากุเลาได้เป็นเวลา 3 วัน ส่วนที่อุณหภูมิแช่แข็งเก็บได้เป็นเวลามากกว่า 30 วัน

คำสำคัญ: ปลากุเลา, ปริมาณการจับ, คุณภาพ, เก็บรักษา, แช่แข็ง

1. บทนำ

ชุมชนตำบลบางตาหลวง อำเภอหนองจิก จังหวัดปัตตานี ประกอบอาชีพประมงพื้นบ้านเป็นหลัก ผลิตภัณฑ์ของชุมชนส่วนใหญ่จะเป็นประเภทอาหารทะเลสด ปลาเค็ม ปลาแห้ง ปลาหวาน โดยเฉพาะปลากุเลาเค็มเป็นผลิตภัณฑ์ที่ทำรายได้จำนวนมากให้กับชุมชน แต่ยังมีปัญหาเรื่องคุณภาพของผลิตภัณฑ์ และกำลังการผลิตไม่เพียงพอในช่วงเวลาที่มีปลากุเลาสดปริมาณมาก

ปลากุเลา มีชื่อวิทยาศาสตร์ *Eleutheronema tetradactylum* และชื่อสามัญ fourfinger threadfin (Vinoth, 2014) มีรูปร่างเรียวยาว ลำตัวแบนข้างและค่อนข้างหนา หัวค่อนข้างเล็ก จะงอยปากสั้นเฉียงขึ้นเล็กน้อย มีเยื่อไขมันปกคลุมอยู่ใกล้ปลายตา พันแหลมคม และก้านครีบบางส่วนของครีบทูแยกเป็นระยะ 4 เส้น พบทั่วไปบริเวณชายฝั่งทะเล เช่น จังหวัดตราด จันทบุรี ระยอง ชลบุรี สงขลา ปัตตานี และนราธิวาส (Sritakon *et al.*, 2019) รายงานสถิติปริมาณการจับสัตว์ทะเลจากการทำประมงพื้นบ้านปี 2563 พบว่าปริมาณการจับปลากุเลามีอัตราสูงสุดในช่วงเดือนมิถุนายน-เดือนตุลาคม โดยมีปริมาณปลากุเลาเท่ากับ 243.22 231.18 254.18 167.65 และ 247.22 ตันตามลำดับ (Fishery Statistics Group, 2021) อย่างไรก็ตามจากการสัมภาษณ์ชาวประมงพื้นบ้าน พบว่าในพื้นที่ตำบลบางตาหลวง ในปี 2564 สามารถจับปลากุเลาได้ไม่ต่ำกว่า 10 ตัน/ปี มีปริมาณมากในช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนมีนาคมของทุกปี จำหน่ายในราคากิโลกรัมละ 150 บาท ส่งออกนอกพื้นที่เพื่อแปรรูปร้อยละ 60 และแปรรูปในพื้นที่ร้อยละ 40 เมื่อแปรรูปเป็นปลากุเลาเค็มจะจำหน่ายในราคา

ขายต่อกิโลกรัมละ 800-1,100 บาท โดยในช่วงฤดูกาลของปลากุเลาผู้ประกอบการแปรรูปปลากุเลามีกำลังการผลิตไม่เพียงพอ แต่ไม่สามารถเก็บรักษาปลากุเลาเพื่อรอการผลิตได้เนื่องจากมีความเข้าใจว่าจะทำให้ได้คุณภาพของปลากุเลาเค็มที่ไม่ตรงความต้องการของผู้บริโภค ซึ่งในการผลิตปลากุเลาเค็มให้ได้คุณภาพมาตรฐานจะต้องมีปัจจัยที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ความสด ขนาดของปลา ปริมาณไขมันปลา อุณหภูมิในการหมัก และคุณภาพเกลือ (Jirapong *et al.*, 2018) โดยปลาเป็นอาหารที่เน่าเสียได้ง่ายซึ่งการเน่าเสียเกิดจากการสลายตัวของโปรตีนด้วยเอนไซม์ที่มีอยู่ในตัวปลา (endogenous enzymes) กิจกรรมของจุลินทรีย์ และปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันทำให้เกิดกลิ่นเหม็นหืน ดังนั้น จึงจำเป็นต้องเก็บรักษาปลาอย่างรวดเร็วหลังจากจับ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของปลาหลังการจับ และหลังจากปลาตาย ขึ้นกับความเข้มข้นของสารประกอบตั้งต้น และผลิตภัณฑ์จากกระบวนการเมแทบอลิซึม เอนไซม์ที่มีอยู่ในตัวปลาการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ และสภาวะการเก็บรักษา (Yongsawatdigul, 2014) ความสดของปลามีความสำคัญต่อการประเมินคุณภาพของปลาเป็นอย่างมาก ซึ่งสามารถวิเคราะห์ความสดได้จากสมบัติทางเคมี กายภาพ และทางจุลินทรีย์ (Zhelyazkov and Stratev, 2018) จากการทดลองเก็บปลาอินทรีบรรจุในถุงโฟลีโอเทธิลินและดองในน้ำแข็งเป็นเวลา 10 วัน ค่าดัชนีความสด ที่แสดงลักษณะทางกายภาพของปลาอินทรีเพิ่มขึ้นจาก 0 ในวันแรกเป็น 23 คะแนนในวันที่ 10 และค่า K เพิ่มขึ้นจากร้อยละ 22.49 เป็นร้อยละ 82.56 และ total volatile base nitrogen (TVB-N) เพิ่มขึ้นจาก 12.47 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม เป็น 20.59 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม (Kwan-on *et al.*,

2015) และจากการศึกษาของ Viana *et al.* (2022) การเปลี่ยนแปลงของลักษณะทางกายภาพของปลาที่มีผลต่อการเลือกซื้อปลาสดเป็นอย่างสูง ถึงแม้ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์จะมีปริมาณเกินเกณฑ์มาตรฐาน แต่หากลักษณะภายนอกของปลาสดยังมีลักษณะทางกายภาพที่ดี ผู้บริโภคก็ยังยอมรับได้ Koral *et al.* (2023) ศึกษาผลของการแช่แข็งวัตถุดิบต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพและความปลอดภัยของปลากะตักเค็ม รายงานว่าความเข้มข้นของเกลือและวิธีการเคลือบเกลือก่อนเก็บด้วยการแช่แข็งมีผลต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์ปลากะตักเค็ม โดยพบว่า การเคลือบด้วยเกลือเม็ดส่งผลให้ปลามีคุณภาพที่ดีกว่าการเคลือบด้วยน้ำเกลือเข้มข้นร้อยละ 20 ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณการจับ คุณภาพแต่ละช่วงฤดูและคุณภาพของปลากุเลาเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่างกัน ซึ่งผลที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้จะเป็นข้อมูลทางวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ที่เป็นประโยชน์ในการนำไปถ่ายทอดความรู้เพื่อปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์จากปลากุเลา และยืดระยะเวลาในการแปรรูปได้ในอนาคต

2. วิธีดำเนินการวิจัย

2.1 ศึกษาปริมาณการจับปลากุเลา ตำบลบางตาอา อำเภอนาทม จังหวัดปัตตานี ในรอบ 12 เดือน

บันทึกข้อมูลลงในแบบฟอร์มการแบ่งชั้นคุณภาพปลากุเลาตั้งแต่เดือนตุลาคม 2564 ถึงเดือนกันยายน 2565 โดยมีผู้รวบรวมปลากุเลาจำนวน 2 กลุ่ม และกลุ่มชาวประมงพื้นบ้าน 3 กลุ่ม ในพื้นที่ตำบลบางตาอา อำเภอนาทม จังหวัดปัตตานี ทำหน้าที่จัดบันทึกข้อมูลปริมาณการจับเป็นรายวัน และสรุปปริมาณเป็นรายเดือน แบ่งปริมาณการจับปลากุเลาแยกตามขนาดของปลาเป็น 4 ขนาด ได้แก่ น้ำหนักต่ำกว่า 1 กิโลกรัม น้ำหนัก 1-2 กิโลกรัม น้ำหนัก 2-3 กิโลกรัม และน้ำหนักมากกว่า 3 กิโลกรัม

2.2 ศึกษาคุณภาพทางกายภาพและเคมีของปลากุเลาทุก ๆ 3 เดือน

สุ่มตัวอย่างปลากุเลาทุก ๆ 3 เดือน โดยปลากุเลาที่ทำการศึกษาคือปลาที่ตายหลังการจับไม่เกิน 6 ชั่วโมง บรรจุในถุงพลาสติกโพลีเอทิลีน จำนวน 1 ตัวต่อ 1 ถุง แล้วเก็บในกล่องโฟมที่บรรจุด้วยน้ำแข็งใช้เวลาในการขนส่งไปยังห้องปฏิบัติการไม่เกิน 3 ชั่วโมง ควบคุมอุณหภูมิไม่ให้เกิน 10 ± 2 องศาเซลเซียส ประกอบด้วย ปลากุเลาขนาดน้ำหนักต่ำกว่า 1 กิโลกรัม น้ำหนัก 1-2 กิโลกรัม น้ำหนักมากกว่า 2 กิโลกรัม (ปริมาณการจับปลาขนาด 3

กิโลกรัม มีปริมาณน้อยจึงรวมเป็น 1 ขนาด) ศึกษาคุณภาพทางกายภาพและเคมี และนำปลากุเลาขนาด 1-2 กิโลกรัม (เป็นขนาดที่ผู้ประกอบการต้องการและมีปริมาณการจับสูงสุด) จากพื้นที่ตำบลบางตาอา อำเภอนาทม จังหวัดปัตตานี กับพื้นที่อำเภอนาทม จังหวัดนราธิวาส (เพื่อเป็นตัวแทนคุณภาพปลากุเลาในการผลิตปลากุเลาเค็ม) และเปรียบเทียบระหว่างปลาเค็มและผู้และเค็ม

2.2.1 ประเมินคุณภาพความสดของปลาด้วยวิธีทางประสาทสัมผัส

ดัดแปลงวิธีจาก Kwan-on *et al.* (2015) โดยสังเกตการเปลี่ยนแปลงลักษณะของส่วนต่าง ๆ ของปลาทั้งหมด 6 ส่วน คือ ตา เหงือก ลำตัว ครีบ ลักษณะเนื้อภายใน และอวัยวะภายใน ตามลำดับ ใช้ผู้ประเมิน 10 คน ที่ผ่านการฝึกฝน โดยประเมินจากการดม การดมกลิ่น การสัมผัสปลา โดยกำหนดคะแนนลักษณะที่สดมากที่สุดมีค่าคะแนนเป็น 0 และความสดลดลงเมื่อคะแนนเพิ่มขึ้น สูงสุด 4 คะแนน

2.2.2 วิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

2.2.2.1 ปริมาณองค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ความชื้น โปรตีน ไขมัน โดยใช้วิธีวิเคราะห์ตามวิธีของ AOAC (2016)

2.2.2.2 สารประกอบไนโตรเจนที่ระเหยได้ทั้งหมด (Total volatile base nitrogen; TVB-N) ด้วยวิธีของ ด้วยวิธี Conway's micro-diffusion method (Conway and Byrne, 1936) โดยนำปลากุเลามาแล่เนื้อชิ้นน้ำหนัก 4 กรัม สับให้ละเอียดแล้วทำการสกัดด้วยสารละลายกรดไตรคลอโรอะซิติก ความเข้มข้นร้อยละ 4 ปริมาตร 16 มิลลิลิตร วางไว้ในอุณหภูมิห้อง 30 นาที จากนั้นนำตัวอย่างกรองด้วยกระดาษกรอง whatman No.41 ปิดสารละลายกรดบอริกที่ผสมกับอินดิเคเตอร์ แล้วปริมาตร 1 มิลลิลิตร ลงในวงในของจาน Conway dish ปิดสารละลายตัวอย่างและสารละลายอ้อมตัวโพแทสเซียมคาร์บอเนต อย่างละ 1 มิลลิลิตร เติมน้ำในวงนอกจาน แล้ววาง Conway dish เบบ่า ๆ ให้สารละลายตัวอย่างและสารละลายอ้อมโพแทสเซียมคาร์บอเนตผสมเข้ากัน บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง เมื่อครบเวลา ใส่น้ำสารละลายที่อยู่ภายในของ Conway dish ด้วยกรดไฮโดรคลอริก ความเข้มข้น 0.02 โมลาร์ จนสารละลายเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีชมพู นำปริมาตรกรดไฮโดรคลอริกที่ใช้ในการไตเตรทไปคำนวณค่า TVB-N แสดงได้ดังสมการดังต่อไปนี้

$$\text{TVB-N (mg/100g)} = \frac{(V_s - V_B) \times (N_{\text{HCl}} \times A_N) \times V_{\text{Ex}} \times 100}{W_s}$$

- V_s = ปริมาตรของ HCl ที่ใช้ในการไตเตรตตัวอย่าง (มิลลิลิตร)
 V_B = ปริมาตรของ HCl ที่ใช้ในการไตเตรต Blank (มิลลิลิตร)
 (ใช้กรดไตรคลอโรอซิติกแทนสารละลายตัวอย่าง)
 N_{HCl} = Normolity ของ HCl
 A_N = น้ำหนักโมเลกุลของ N
 V_{Ex} = ปริมาตรของ TCA ความเข้มข้นร้อยละ 4 ที่ใช้ในการสกัด (มิลลิลิตร)
 W_s = น้ำหนักของตัวอย่าง (ก่อนการสกัด) (กรัม)

2.2.2.3 การเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมัน (Thiobarbituric acid reactive substances; TBARS) ตามวิธีของ Buege and Aust (1978) นำตัวอย่างเนื้อปลากุเลาสดละเอียดน้ำหนัก 0.5 กรัม ใส่ในหลอดทดลองจากนั้นเติมสารละลาย Thiobarbituric acid (TBA) ปริมาตร 5 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันนำไปต้มในน้ำอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที สารละลายตัวอย่างจะเป็นสีชมพูเข้ม วางไว้ที่อุณหภูมิห้อง จนตัวอย่างมีอุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส นำไปหมนเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 4000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 15 นาที เทส่วนใสนำไปวัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 532 นาโนเมตร วิเคราะห์เปรียบเทียบกับค่า TBA ของกราฟมาตรฐาน malondialdehyde bis (diethyl acetal)

2.2.2.4 ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ตามวิธีการ AOAC (2016) โดยนำเนื้อปลากุเลาสดน้ำหนัก 10 กรัม ผสมกับน้ำกลั่นปราศจากไอออน ปริมาตร 90 มิลลิลิตร บั่นด้วยเครื่องไฮโมจิไนซ์ความเร็ว 10000 รอบต่อนาที แล้วนำไปวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง ด้วยเครื่อง pH meter (Schott, รุ่น G0840, Switzerland)

2.2.2.5 ศึกษาคุณสมบัติทางเคมีกับลักษณะทางกายภาพที่แสดงถึงรสชาติของปลา โดยใช้โปรแกรม Excel

2.3 ศึกษาคุณภาพของปลากุเลาที่เก็บรักษาในสภาวะแช่เย็นและแช่แข็ง

การศึกษาเปรียบเทียบการเก็บปลากุเลาสดขนาด 1-2 กิโลกรัม ที่สภาวะต่างกัน ได้แก่ (1) ปลากุเลาแช่เย็นในน้ำแข็งชนิดบด อัตราส่วนปลาต่อน้ำแข็งเท่ากับ 1 ต่อ 2 (น้ำหนักต่อน้ำหนัก) โดยล้างปลาให้สะอาดด้วยน้ำไหลผ่าน คั่วกั๊สออกจากทางปากล่างช่องท้องให้สะอาด ซับให้แห้งแล้วบรรจุปลาแต่ละตัวในถุงพลาสติกโพลีเอทิลีน ปิดผนึกโดยเครื่องปิดปากถุงเพื่อป้องกันน้ำเข้าภายในถุง จากนั้นบรรจุในลังโฟมที่เจาะรูเพื่อระบายน้ำจากน้ำแข็งที่ละลาย วางไว้ที่อุณหภูมิห้อง ควบคุมอุณหภูมิไม่ให้สูงเกิน 10 ± 2 องศาเซลเซียส เติมน้ำแข็งทุกวันให้ได้ตามปริมาณที่หายไป สุ่มตัวอย่างในวันที่ 0 1 3 5 และ 7 วัน ตามลำดับ (2) ปลากุเลาแช่แข็งที่อุณหภูมิ -18 ± 2 องศาเซลเซียส โดยล้างปลาให้สะอาดแล้วบรรจุปลาแต่ละตัวในถุงพลาสติกโพลีเอทิลีน จากนั้นนำไปแช่ในตู้แช่แข็ง สุ่มตัวอย่าง 0 15 และ 30 วัน ตามลำดับ วิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและทางเคมี ดังนี้

2.3.1 ความสามารถในการอุ้มน้ำ (Water holding capacity: WHC) ตามวิธีของ Thorarinsdottir *et al.* (2001) นำเนื้อปลากุเลาสดละเอียด 1.5 กรัม ชั่งบนกระดาษกรอง Whatman No.41 ที่ทราบน้ำหนักแล้ว ด้วยเครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง จากนั้นนำไปหมนเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 1,500 รอบต่อนาที เป็นเวลา 15 นาที แยกของเหลวออกแล้วชั่งน้ำหนักตัวอย่าง คำนวณร้อยละความสามารถในการอุ้มน้ำดังสมการต่อไปนี้

$$\text{WHC (\%)} = \frac{\text{น้ำหนักที่คงเหลืออยู่ในเนื้อปลา} \times 100}{\text{น้ำหนักปลาเริ่มต้น}}$$

2.3.2 ปริมาณองค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ความชื้น โปรตีน และไขมัน ตามวิธีการ AOAC (2016)

2.3.3 สารประกอบไนโตรเจนที่ระเหยได้ทั้งหมด (Total volatile base nitrogen; TVB-N) ด้วยวิธี Conway's micro-diffusion method (Conway and Byrne, 1936) เช่นเดียวกับข้อ 2.2.2.2

2.3.4 ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ตามวิธีการ AOAC (2016) เช่นเดียวกับข้อ 2.2.2.4

2.3.5 ปริมาณกรดไขมันอิสระ (Free fatty acid) ตามวิธีการ AOAC (2016) ด้วยวิธี Gas chromatography, GC

2.3.6 ปริมาณ Histamine ตามวิธีการ AOAC (2016) ด้วยวิธี spectrophotometer

2.4 การวิเคราะห์ทางสถิติ

วางแผนการทดลองแบบ Complete Randomized Design (CRD) วิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test โดยโปรแกรมวิเคราะห์ทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ทดลองทั้งหมด 3 ซ้ำ

วิเคราะห์สหสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพทางกายภาพที่ผ่านการประเมินความสดทางประสาทสัมผัสกับ

คุณภาพทางเคมี โดยโปรแกรมวิเคราะห์ทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ ทดลองทั้งหมด 3 ซ้ำ

3. ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

3.1 ผลการศึกษาปริมาณการจับปลากุลเลา ตำบลบางตาวา อำเภอเมือง จังหวัดปัตตานี ในรอบ 12 เดือน

ปริมาณการจับปลากุลเลาในรอบ 12 เดือน ในพื้นที่ตำบลบางตาวา อำเภอหนองจิก จังหวัดปัตตานี ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2564 จนถึงเดือนกันยายน 2565 พบว่าปลากุลเลาที่จับได้ตลอดช่วงเวลามีปริมาณ 8,366.6 กิโลกรัม ต่อปี คิดเป็นปลากุลเลาจำนวน 4,952 ตัวโดยอัตราการจับในเดือนมกราคม 2565 มีปริมาณปลากุลเลาสูงสุด เท่ากับ 2,013.6 กิโลกรัม คิดเป็นปลากุลเลาจำนวน 1,540 ตัว อาจเนื่องจากในช่วงเวลาดังกล่าวเป็นลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งมีคลื่นลมแรงทำให้ปริมาณแพลงตอนก์ที่เป็นแหล่งอาหารของปลากุลเลามีจำนวนมาก ส่งผลให้ปลากุลเลามีจำนวนมากในช่วงเดือนดังกล่าว และในเดือนสิงหาคม 2565 มีปริมาณปลากุลเลาที่จับได้ต่ำสุด เท่ากับ 20 กิโลกรัม คิดเป็นปลากุลเลาจำนวน 13 ตัว แสดงได้ดัง Figure 1

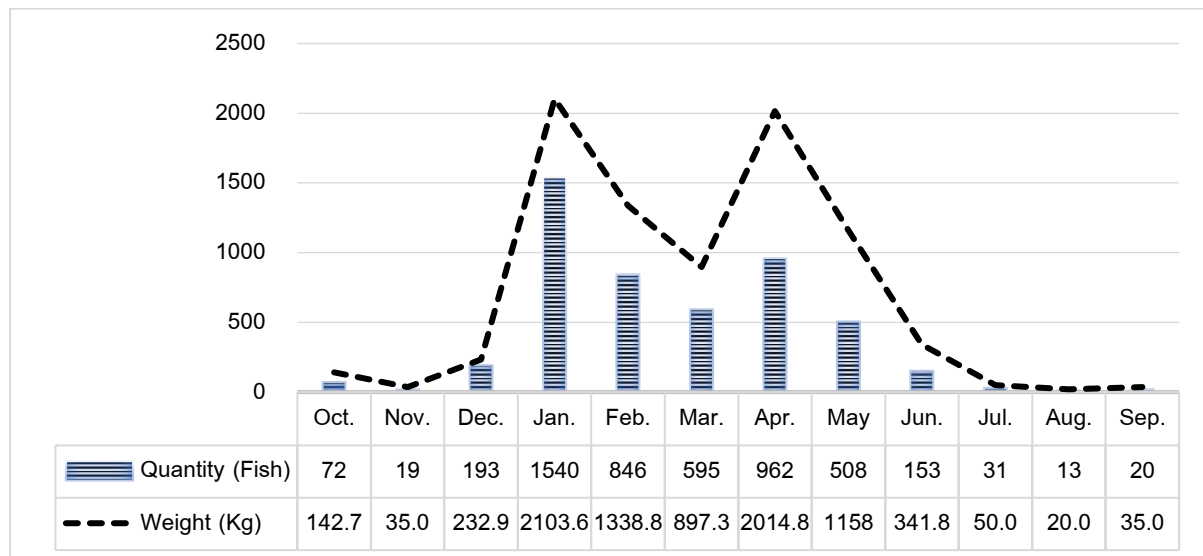


Figure 1 The capture production of fourfinger threadfin in the area of Bang Tawaa Sub-district, Nong Chik District, Pattani Province during October 2021 to September 2022.

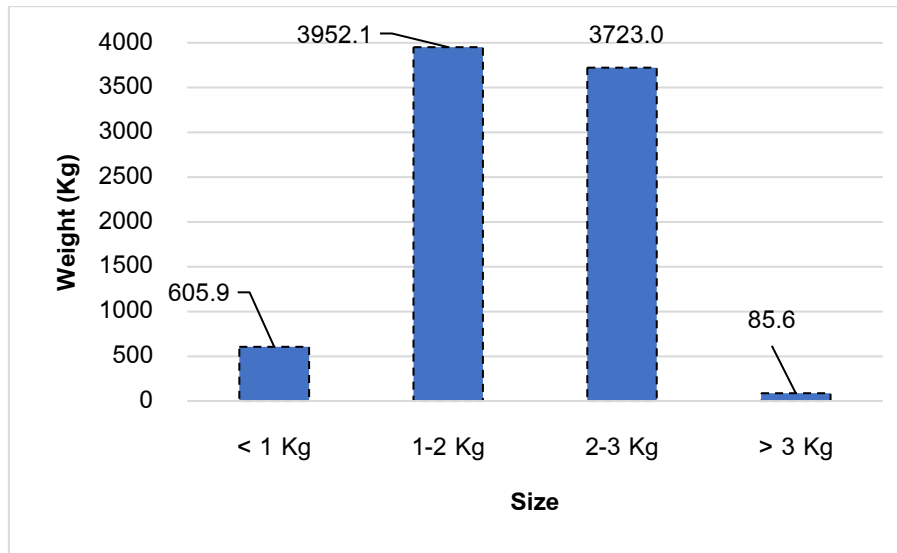


Figure 2 Size distribution of fourfinger threadfin fish in Ban Bang Tawaa Sub-district, Nong Chik District, Pattani Province, during October 2021 to September 2022.

ข้อมูลปริมาณจับปลาที่พบสอดคล้องกับการรายงานของ Fishery Statistics Group (2021) ซึ่งรายงานสถิติปริมาณการจับสัตว์ทะเลจากการทำประมงพื้นบ้านในปี 2563 ทั้งทะเลฝั่งอันดามันและฝั่งอ่าวไทย พบว่าในเดือนมกราคมมีอัตราการจับปลาสูงสุด เท่ากับ 358.8 ตัน เครื่องมือที่ทำประมงสามารถจับปลาได้สูงสุด คือ อวนติดตา โดยมีค่าเท่ากับ 313.21 ตัน ซึ่งอวนติดตาเป็นเครื่องมือชนิดเดียวกับการจับปลาของชาวประมงพื้นบ้านตำบลบางตา อำเภอนงชัย ที่ใช้ในช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนเมษายน โดยสามารถจับปลาขนาด 1-2 กิโลกรัมได้สูงสุด และจากรายงานของ Fishery Statistics Group (2022) พบว่าในช่วงเดือนพฤษภาคมมีปริมาณการจับปลาทั้งทะเลฝั่ง อันดามันและฝั่งอ่าวไทย สูงสุด มีปริมาณรวมเท่ากับ 2794.66 ตัน โดยพบว่าอัตราการจับปลาในพื้นที่จังหวัดนครศรีธรรมราช สงขลา ปัตตานี และนราธิวาส ในปี 2564 มีปริมาณ 981.44 ตัน โดยใช้อวนติดตาจับปลาได้สูงสุดปริมาณ 956.78 ตัน และจากผลการเก็บข้อมูลปริมาณการจับปลาในพื้นที่ตำบลบางตา อำเภอนงชัย จังหวัดปัตตานี ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2564 จนถึงเดือนกันยายน 2565 สามารถแบ่งขนาดของปลาตามขนาดได้แก่ (1) น้ำหนักต่ำกว่า 1 กิโลกรัม (2) น้ำหนัก 1-2 กิโลกรัม (3) น้ำหนัก 2-3 กิโลกรัม (4) น้ำหนักมากกว่า 3 กิโลกรัม โดยแต่ละขนาดมีปริมาณการจับแสดงได้ดัง Figure 2

ปลาที่จับได้ในช่วงเดือนเดือนตุลาคม 2564 จนถึงเดือนกันยายน 2565 ในพื้นที่ตำบลบางตา อำเภอนงชัย จังหวัดปัตตานี พบว่าปลาน้ำหนัก 1-2 กิโลกรัม มีปริมาณสูงสุด เท่ากับ 3,952.1 กิโลกรัม รองลงมาได้แก่ ปลาน้ำหนัก 2-3 กิโลกรัม เท่ากับ 3,723 กิโลกรัม ปลาน้ำหนักน้อยกว่า 1 กิโลกรัม เท่ากับ 605.9 กิโลกรัม และขนาดน้ำหนักมากกว่า 3 กิโลกรัม มีปริมาณต่ำสุดเท่ากับ 85.6 กิโลกรัม โดยพบว่าการจับปลาโดยใช้เบ็ดราวในช่วงเดือนเมษายนและพฤษภาคมทำให้ได้ปลาน้ำหนักมากกว่า 3 กิโลกรัม โดยปลาน้ำหนักเมื่อนำมาผลิตเป็นปลาเค็มจะมีน้ำหนักลดลงร้อยละ 40 ดังนั้นหากใช้ปลาน้ำหนัก 1-2 กิโลกรัม จะได้ปลาเค็มที่มีน้ำหนักประมาณ 0.5-1 กิโลกรัม จากการสัมภาษณ์ผู้ประกอบการผลิตปลาเค็มในพื้นที่ตำบลบางตา และในพื้นที่อำเภอดำรงวิทยะปาลณ์พบว่าขนาดดังกล่าวที่เป็นที่ต้องการของผู้บริโภคเนื่องจากจัดส่งง่าย และตัดชิ้นแล้วเหมาะต่อการประกอบอาหาร และไม่ต้องเก็บไว้นาน ซึ่งทางผู้ประกอบการในชุมชนทำการผลิตปลาเค็มในช่วงฤดูการจากนั้นเก็บปลาเค็มในรูปแบบแช่แข็ง และก่อนส่งผู้บริโภคนำปลาเค็มออกมาตากเพื่อควบคุมความชื้นให้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ทำให้มีปลาเค็มจำหน่ายเพียงพอทั้งปี

Table 1 The chemical properties of fresh four finger threadfin with different size in January, June, July, and October 2022.

Month	Size (Kg)	Chemical properties (Mean±SD)					
		Moisture (%)	Protein (%)	Fat (%)	TVB-N (mg/100 g)	TBAR (mg MDA/Kg)	pH
January	< 1	61.98±4.63 ^f	20.03±0.29 ^e	1.20±0.14 ^j	13.18±1.43 ^j	0.37±0.00 ^e	5.43±0.01 ^h
	1-2	61.88±6.44 ^f	21.82±0.19 ^d	2.35±0.41 ^f	18.41±1.50 ^e	0.20±0.02 ⁱ	5.90±0.01 ^e
	> 2	71.42±6.26 ^a	18.07±0.25 ^g	4.01±0.14 ^a	21.47±1.57 ^a	0.55±0.01 ^a	6.19±0.01 ^a
	total	65.09±5.48	19.97±1.87	2.52±1.41	17.68±4.19	0.37±1.07	5.84±0.38
April	< 1	58.97±2.34 ^g	23.48±0.31 ^c	1.06±0.21 ^k	20.16±1.43 ^d	0.23±0.01 ^h	5.56±0.01 ^g
	1-2	59.34±3.17 ^g	24.29±0.24 ^b	1.98±0.19 ^g	21.23±0.97 ^c	0.35±0.02 ^f	5.89±0.01 ^e
	> 2	66.63±3.25 ^c	20.62±0.29 ^e	3.57±0.20 ^c	23.15±1.21 ^b	0.42±0.03 ^d	6.05±0.02 ^d
	total	61.64±4.32	22.79±1.92	2.20±1.26	21.51±1.51	0.33±0.09	5.83±0.84
July	< 1	60.13±5.12 ^g	24.21±0.28 ^b	1.63±0.15 ⁱ	19.34±0.89 ^f	0.29±0.01 ^g	5.67±0.01 ^f
	1-2	59.45±4.74 ^g	25.46±0.25 ^a	2.87±0.19 ^d	16.25±0.98 ^h	0.46±0.02 ^c	6.01±0.01 ^d
	> 2	69.81±3.91 ^b	23.38±0.32 ^c	3.96±0.14 ^b	21.33±1.13 ^c	0.48±0.02 ^b	6.25±0.01 ^a
	total	63.13±5.79	24.35±1.07	2.82±1.16	18.97±2.55	0.41±0.10	5.97±0.29
October	< 1	62.76±5.34 ^e	19.45±0.26 ^f	1.85±0.36 ^h	16.67±1.06 ^h	0.35±0.01 ^f	5.56±0.02 ^g
	1-2	63.28±4.26 ^d	20.12±0.18 ^e	2.56±0.25 ^e	15.28±1.24 ⁱ	0.43±0.02 ^d	6.04±0.01 ^d
	> 2	70.37±3.71 ^a	17.53±0.19 ^h	4.12±0.16 ^a	19.32±1.16 ^f	0.57±0.01 ^a	6.14±0.01 ^b
	total	62.76±4.25	19.03±1.34	2.84±1.16	17.09±2.05	0.45±0.11	5.91±0.31

Note: Means followed by distinct letters in the same column are significantly different ($p < 0.05$)

3.2 ผลการศึกษาคุณภาพทางกายภาพและเคมีของปลา กุลเลตามฤตูกาล

ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี จาก Table 1 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของปลากุเลาสตที่มีน้ำหนักแตกต่างกัน 3 ขนาด ได้แก่ ขนาดน้ำหนักต่ำกว่า 1 กิโลกรัม ขนาดน้ำหนัก 1-2 กิโลกรัม และขนาดน้ำหนักมากกว่า 2 กิโลกรัม พบว่าเมื่อขนาดน้ำหนักปลาเพิ่มขึ้น โดยปลากุเลาสตขนาดน้ำหนักมากกว่า 2 กิโลกรัม มีปริมาณความชื้นมากที่สุดในทุกช่วงเดือนที่ศึกษามีค่าสูงสุดเท่ากับร้อยละ 71.42 ($p < 0.05$) ส่วนปริมาณโปรตีน พบว่าปลากุเลาสตขนาดน้ำหนัก 1-2 กิโลกรัม มีปริมาณมากที่สุดในทุกช่วงเดือนที่ศึกษามีปริมาณสูงสุดเท่ากับร้อยละ 25.46 นอกจากนี้ ยังพบว่าเมื่อน้ำหนักปลากุเลาสตเพิ่มขึ้นส่งผลทำให้ปริมาณไขมันเพิ่มขึ้นตามกัน ซึ่งปลากุเลาสตขนาดน้ำหนักต่ำกว่า 1 กิโลกรัม จัดอยู่ในกลุ่มปลาไขมันต่ำมาก (ร้อยละน้อยกว่า 2) ปลากุเลาสตขนาดน้ำหนัก 1-2 กิโลกรัม จัดอยู่ในกลุ่มปลาไขมันต่ำ (ร้อยละ 2-4) ส่วนปลากุเลาสตขนาดน้ำหนักมากกว่า 2 กิโลกรัม จัดอยู่ในกลุ่มปลาไขมันปานกลาง (ร้อยละ 4-8) โดยปริมาณไขมันจะส่งผลกระทบโดยตรงต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์อาหาร โดยเฉพาะในด้านประสาทสัมผัสที่เกี่ยวข้องกับกลิ่นรส และ

เนื้อสัมผัส เนื่องจากไขมันช่วยสร้างความชุ่มชื้น ทำให้ผลิตภัณฑ์ปลากุเลาเค็มมีกลิ่นรสที่ดี เนื้อนุ่มฟู นอกจากนี้ น้ำหนักของปลากุเลาที่มีผลต่อคุณภาพของปลากุเลาแล้วยังพบว่าช่วงเดือนในการเก็บตัวอย่างยังมีผลต่อคุณภาพของปลากุเลา โดยพบว่าปลากุเลาที่จับในช่วงเดือนกรกฎาคม มีปริมาณโปรตีน และไขมันที่สูงกว่าช่วงเดือนอื่น ๆ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 24.35 และ 2.82 ตามลำดับ ซึ่งปลากุเลาที่จับโดยการใช้อเบ็ดราวทำให้ปลากุเลาที่จับได้มีขนาดน้ำหนักส่วนใหญ่มากกว่า 2 กิโลกรัม ส่วนในเดือนมกราคม ปลากุเลาที่จับได้มีปริมาณโปรตีนต่ำ อาจเนื่องจากในช่วงเวลาดังกล่าวปลากุเลาเพศเมียจำนวนมากที่จับได้พบว่ามีการวางไข่ ส่งผลให้ปริมาณโปรตีนในเนื้อปลากุเลามีปริมาณต่ำกว่าในช่วงเดือนอื่น ๆ

ค่า TVB-N ได้จากการวัดสารที่เกิดจากการสลายตัวของสารประกอบไนโตรเจนทั้งหมดจากการย่อยสลาย ไกลโคเจนด้วยเอนไซม์และจุลินทรีย์ภายในอวัยวะของปลา เกิดการสร้างเป็นกรดอะมิโนอิสระ และส่งผลให้มีการสะสมของ trimethylamine, dimethylamine, monoethylamine, แอมโมเนีย และสารระเหยอื่น ๆ ซึ่งทำให้เกิดกลิ่นเหม็นเน่าในสัตว์น้ำ (Chaimano *et al.*, 2019) โดยมีข้อกำหนด ดังนี้ ค่า TVB-N น้อยกว่า 12 มิลลิกรัม/100 กรัมตัวอย่าง แสดงถึงปลาสดมาก TVB-N อยู่ในช่วง

12-20 มิลลิกรัม/100 กรัมตัวอย่าง แสดงถึงปลาสดบริโภคได้ TVB-N อยู่ในช่วง 20-25 (มิลลิกรัม/100 กรัมตัวอย่าง) แสดงถึงปลาเริ่มเน่าแต่บริโภคได้ แต่หากมีค่ามากกว่า 25 (มิลลิกรัม/100 กรัมตัวอย่าง) แสดงว่าปลาเน่าไม่สามารถบริโภคได้ (Srimgarm *et al.*, 2020) โดยจากตาราง พบว่ามีค่า TVB-N ของปลากุเลาอยู่ในช่วง 13.18-24.47 มิลลิกรัม/100 กรัมตัวอย่าง โดยปลากุเลาที่มีขนาดน้ำหนักน้อยกว่า 1 กิโลกรัมและขนาด 1-2 กิโลกรัมอยู่ในระดับความสดบริโภคได้ ส่วนปลาที่มีขนาดมากกว่า 2 กิโลกรัม อยู่ในระดับปลาเริ่มเน่าแต่บริโภคได้ จากการรายงานของ Jirapong *et al.* (2018) พบว่า ปลาไม่สดเกลื้อจะซึมผ่านได้เร็วกว่าปลาสดถึงร้อยละ 30 เนื่องจากผนังเซลล์เกิดการเปลี่ยนแปลงทำให้น้ำซึมผ่านได้เร็ว ลดระยะเวลาทำเค็มให้สั้นลง อย่างไรก็ตาม ควรหาค่า TVB-N ไม่เกิน 25 (มิลลิกรัม/100 กรัมตัวอย่าง) และควรนำปลาสดมาทำเค็มเพราะทำให้ได้ปลาเค็มที่มีคุณภาพดี

ปริมาณ TBARS เป็นการวิเคราะห์การเกิดออกซิเดชันของไขมัน ซึ่งปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันจากผลการวิเคราะห์ พบว่าค่า TBARS ของปลากุเลาสดมีค่าอยู่ในช่วง 0.20-0.57 (มิลลิกรัม MDA ต่อกิโลกรัม) พบว่าช่วงเดือนกรกฎาคม และตุลาคม มีค่า TBARS สูงกว่าช่วงเดือนมกราคมและเมษายน โดยมีค่าเฉลี่ยของทุกขนาดเท่ากับ 0.41 และ 0.45 (มิลลิกรัม MDA ต่อกิโลกรัม) โดยปลากุเลาที่มีขนาดน้ำหนักมากกว่า 2 กิโลกรัม ที่จับได้ช่วงเดือนตุลาคม มีปริมาณสูงสุด เท่ากับ

0.57 (มิลลิกรัม MDA ต่อกิโลกรัม) ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณไขมันของปลากุเลา โดยปลากุเลาที่มีขนาดน้ำหนักมากกว่า 2 กิโลกรัม ที่จับได้ช่วงเดือนตุลาคม มีปริมาณสูงสุด เท่ากับร้อยละ 4.12

ค่า pH โดยหลังสัตว์น้ำตายในช่วงแรกค่า pH ในเนื้อของสัตว์น้ำจะเปลี่ยนไปโดยลดลงซึ่งเกิดจากปฏิกิริยากรดแล็กติกที่เพิ่มขึ้นจากกระบวนการไกลโคไลซิส (Yongsawatdikul, 2014) จากการวิเคราะห์ค่า pH ของปลากุเลาจาก 2 แหล่ง พบว่ามีค่าอยู่ในช่วง 5.43 และ 6.25 ตามลำดับ อย่างไรก็ตามการเปลี่ยนแปลงค่า pH ของสัตว์น้ำขึ้นอยู่กับกระบวนการปลดปล่อยฟอสเฟตและแอมโมเนียในกระบวนการสลาย ATP และสมบัติการเป็นบัฟเฟอร์ของเนื้อปลาด้วย กระบวนการทำให้สัตว์น้ำเสียชีวิตมีผลต่อการลดลงของปริมาณไกลโคเจนในกล้ามเนื้อ โดยทำให้ค่า pH สุดท้ายลดลง กล้ามเนื้อมีความเป็นกรดมากขึ้น ส่งผลกระทบต่อค่าสีและความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อ (Jaturasitha *et al.*, 2011) จากการรายงานของ Ozogul *et al.* (2011) พบว่า สารประกอบไนโตรเจนที่ระเหยได้ทั้งหมด (TVB-N) เพิ่มขึ้น ทำให้ค่าความเป็นกรดต่างสูงขึ้นด้วย โดยจาก Table 1 พบว่าปลากุเลาที่มีขนาดน้ำหนักน้อย โปรตีนและไขมันต่ำ ทำให้การเน่าเสียช้าลงซึ่งหมายถึงการเกิดสารประกอบในกลุ่มต่างที่ระเหยได้มีน้อยลงจึงยังคงทำให้ค่าความเป็นกรดต่างต่ำ

Table 2 Chemical properties of fresh male and female fourfinger threadfin from Bang Tawaa Sub-district, Nong Jik District, Pattani Province, and Tak Bai District, Narathiwat Province. (in January 2022.)

Month	Gender	Chemical properties (Mean±SD)					
		Moisture (%)	Protein (%)	Fat (%)	TVB-N (mg/100 g)	TBAR (mg MDA/Kg)	pH
Bang Tawa	female	62.54±5.31 ^c	22.19±0.17 ^a	3.15±0.28 ^b	20.15±1.43 ^b	0.35±0.02 ^b	5.94±0.01 ^b
Sub-district	Male	61.88±6.44 ^d	21.82±0.19 ^a	2.35±0.41 ^d	13.18±1.43 ^d	0.20±0.02 ^d	5.43±0.01 ^c
Tak Bai	female	77.05±0.33 ^a	18.89±0.02 ^b	3.70±0.10 ^a	24.47±1.57 ^a	0.44±0.01 ^a	6.19±0.01 ^a
District	Male	73.65±2.63 ^b	18.22±0.07 ^b	2.83±0.64 ^c	18.41±1.57 ^c	0.25±0.01 ^c	5.90±0.01 ^b

Note: Means followed by distinct letters in the same column are significantly different ($p < 0.05$)

จาก Table 2 ผลการเปรียบเทียบสมบัติทางเคมีของปลากุเลาขนาดน้ำหนัก 1-2 กิโลกรัม เป็นขนาดที่ได้รับความนิยมของผู้บริโภคที่ซื้อปลากุเลา จากตำบลบางตาวา อำเภอหนองจิก กับปลากุเลาอำเภอตากใบ และทำการวิเคราะห์แยกตามเพศ (Figure 3) เพื่อเป็นการยืนยันคุณภาพของปลากุเลาจากตำบลบางตาวา อำเภอหนองจิก มีคุณภาพเทียบเท่าปลากุเลาจากอำเภอตากใบ จังหวัดนราธิวาส ซึ่งเป็นสินค้า GI (geographical incidation) โดยปลากุเลาจากทั้งสองแหล่ง มีปริมาณความชื้น อยู่ในช่วงร้อยละ 61.88-77.05 และปลากุเลาจากตำบลบางตาวา มีปริมาณโปรตีนสูงกว่าปลากุเลาจากอำเภอตากใบทั้งในเพศผู้และเพศเมีย ส่วนปริมาณไขมัน พบว่าปลากุเลาจากอำเภอตากใบ มีปริมาณไขมันสูงกว่าปลากุเลาจากตำบลบางตาวา และเมื่อเปรียบเทียบปริมาณไขมันระหว่างปลากุเลาเพศผู้และเพศเมีย พบว่าปลากุเลาเพศเมียมีปริมาณไขมันที่สูงกว่าเพศผู้คิดเป็น 1.3 เท่า ส่งผลให้เมื่อนำปลาเพศเมียไปผลิตปลากุเลาเค็มจะมีลักษณะสีเหลืองทอง เนื่องจากมีไขมันเคลือบผิว

ปริมาณ TBARS ระหว่างขนาดน้ำหนักของปลากุเลาสดจากตำบลบางตาวา 3 ขนาด (Table 2) เมื่อเปรียบเทียบ TBARS ของปลากุเลาสดขนาดน้ำหนัก 1-2 กิโลกรัม ระหว่างปลากุเลาจากตำบลบางตาวากับปลากุเลาจากอำเภอตากใบ แบ่งเป็นเพศผู้และเพศเมีย โดยการ

วิเคราะห์ TBARS เป็นการวิเคราะห์การเกิดออกซิเดชันของไขมัน ซึ่งปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมัน เป็นปฏิกิริยาเคมีที่มีความสำคัญต่ออายุการเก็บของอาหาร เนื่องจากสารเคมีที่เกิดขึ้นส่งผลต่อการเกิดกลิ่นหืนในอาหาร กำหนดให้ค่าการวิเคราะห์ไม่ควรเกิน 1-2 (มิลลิกรัม MDA ต่อกิโลกรัม) (Kiettiolam and Tepwong, 2022) และพบว่าปลากุเลาสดจากตำบลบางตาวา ขนาดน้ำหนัก 1-2 กิโลกรัม เพศเมียมีปริมาณไขมันสูงจึงเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันได้ง่ายกว่า อย่างไรก็ตาม พบว่าปริมาณไขมัน ยังมีผลต่อค่า TVB-N, TBAR และ pH ของปลากุเลา นอกจากปริมาณไขมันแล้วสภาวะความเครียดของปลาก่อนที่ปลาทาย เป็นสาเหตุของการหมิ่นหืนในเนื้อปลาเช่นกัน (Chaimano *et al.*, 2019)

ผลการประเมินคุณภาพความสดของปลากุเลาด้วยวิธีทางประสาทสัมผัส จาก Table 3 พบว่าปลากุเลาสดส่วนใหญ่อยู่ในระดับเกณฑ์ความสดที่ดี เนื่องจากคะแนนที่ได้รับจากการประเมิน ไม่เกิน 10 คะแนน ยกเว้นปลากุเลาสดขนาดน้ำหนักมากกว่า 2 กิโลกรัม ที่จับได้ในช่วงเดือนเมษายน อาจเป็นเพราะเป็นช่วงที่มีอุณหภูมิค่อนข้างสูงในระหว่างการขนส่งจากเรือประมงมีอุณหภูมิที่ทำให้จุลินทรีย์เจริญได้ดี ส่งผลให้ปลากุเลามีความสดลดลงกว่าเดือนอื่น ๆ

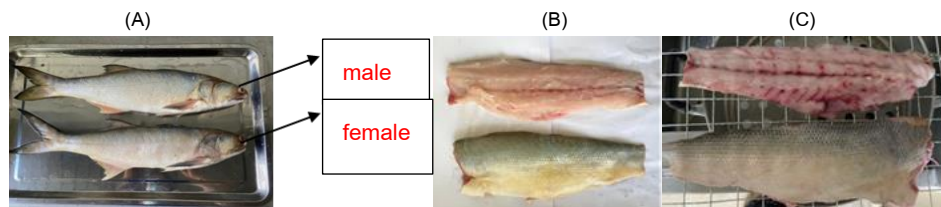


Figure 3 Characteristics of fourfinger threadfin (A) male and female (B) fillet female (C) fillet male

Table 3 Freshness of fourfinger threadfin with different sizes in January, June, July, and October 2022.

Month	Size (Kg)	Fish freshness (Score)					
		eye	gills	body	meat	fillet	total
January	< 1	0	0	0	0	0	0
	1-2	1	1	1	1	0	5
	> 2	2	2	1	1	0	6
April	< 1	2	2	1	1	0	6
	1-2	2	4	1	2	0	9
	> 2	3	4	2	2	1	12
July	< 1	1	1	0	0	0	2
	1-2	2	2	0	1	0	5
	> 2	2	2	1	1	0	6
October	< 1	0	0	0	0	0	0
	1-2	1	1	1	1	0	4
	> 2	1	1	1	1	1	5

Note: Freshest at a score of 0 and freshness decreases as the score increases.

Table 4 Correlation between chemical properties and physical quality of Fourfinger threadfin

	Physical quality	Moisture	TVB-N	TBAR	pH
Physical quality	1.000	0.214*	0.729**	0.160*	0.576**
Moisture		1.000	0.487*	0.764**	0.692**
TVB-N			1.000	0.381*	0.535**
TBAR				1.000	0.686**
pH					1.000

Note: * Demonstrating a statistically significant relationship ($p < 0.05$)

** Demonstrating a statistically significant relationship ($p < 0.01$)

Table 5 Free fatty acid, histamine, and protein content of chilled and frozen Fourfinger threadfin during storage time.

Condition	Storage time (Day)	Chemical properties of fourfinger threadfin (Mean±SD)			
		Free fatty acid ^{ns} (mg/100 g)	Histamine (mg/kg)	pH	TVB-N (mg/100 g)
chilled	0	0.01±0.01	9.84±0.01 ^e	5.35±0.03 ^e	12.15±1.01 ^f
	1	0.01±0.01	10.03±0.01 ^d	5.56±0.02 ^d	14.56±0.98 ^e
	3	0.02±0.01	12.40±0.01 ^c	5.71±0.00 ^c	19.43±1.22 ^c
	5	0.02±0.00	28.76±0.01 ^a	5.94±0.00 ^b	25.78±0.95 ^b
	7	0.02±0.00	31.84±0.01 ^a	6.02±0.00 ^a	28.32±1.13 ^a
frozen	15	0.02±0.01	24.78±0.01 ^b	5.59±0.00 ^d	13.18±1.45 ^e
	30	0.02±0.01	26.79±0.01 ^b	5.85±0.01 ^c	16.32±1.36 ^d

note: Means followed by distinct letters in the same column are significantly different ($p < 0.05$)

^{ns} followed by distinct letters in the same column are non-significantly different ($p > 0.05$)

Table 6 Moisture content fat content water holding and pH of chilled and frozen Fourfinger threadfin during storage time

Condition	Storage time (Day)	Physical and chemical properties of fourfinger threadfin (Mean±SD)			
		Moisture (%)	Protein ^{ns} (g/100g)	Fat (%)	Water holding (%)
chilled	0	68.30±0.23 ^b	20.90±0.01	0.56±0.23 ^c	80.33±0.63 ^a
	1	66.53±0.05 ^c	20.89±0.01	0.73±0.16 ^c	79.41±0.49 ^a
	3	53.16±0.45 ^d	20.84±0.01	1.25±0.13 ^b	72.58±0.68 ^b
	5	50.26±1.31 ^e	20.58±0.01	1.64±0.16 ^a	66.48±0.28 ^c
	7	42.84±0.36 ^f	20.46±0.01	1.73±0.07 ^a	58.54±0.47 ^d
frozen	15	77.61±0.15 ^a	22.15±0.01	0.13±0.02 ^d	78.77±0.42 ^a
	30	77.26±0.08 ^a	22.18±0.01	0.18±0.03 ^d	79.71±1.49 ^a

จาก Table 4 คุณภาพทางกายภาพของปลาทุเลา ที่ผ่านการประเมินความสดทางประสาทสัมผัส จากลักษณะ ของตา เหงือก ลำตัว เนื้อ ท้อง แล้วคำนวณเป็นค่าประเมิน โดยรวม พบว่ามีความสัมพันธ์เชิงบวกกับค่าทางเคมี โดย เมื่อค่าการประเมินความสดทางประสาทสัมผัสเพิ่มขึ้นค่า

คุณภาพทางเคมีก็มีค่าเพิ่มขึ้นเช่นกัน ซึ่ง TVB-N แสดงถึง ค่าเสื่อมเสียของสัตว์น้ำ และ pH มีค่าสหสัมพันธ์เชิงบวก กับค่าประเมินทางประสาทสัมผัส เท่ากับ 0.729 และ 0.576 ตามลำดับ

3.3 ผลการศึกษาคุณภาพของปลากุเลาที่เก็บรักษาในสภาวะแช่เย็นและแช่แข็ง

จากการศึกษาคุณภาพของปลากุเลาที่เก็บรักษาในสภาวะแช่เย็นและแช่แข็ง โดยเก็บรักษาปลากุเลาสดที่อุณหภูมิแช่เย็น เป็นเวลา 7 วัน และที่อุณหภูมิแช่แข็ง เป็นเวลา 30 วัน โดยในวันที่ 0 เป็นการวิเคราะห์ปลากุเลาสดก่อนการแช่ทั้ง 2 อุณหภูมิ แสดงได้ดัง Table 5 และ Table 6 พบว่า เมื่อเวลาเก็บรักษาเพิ่มขึ้นทั้งอุณหภูมิแช่เย็นและแช่แข็ง มีค่าปริมาณกรดไขมันอิสระและปริมาณโปรตีนไม่แตกต่างกันโดยมีค่าอยู่ในช่วง 0.01-0.02 (มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม) และ 20.46-22.18 (กรัมต่อ 100 กรัม) ตามลำดับ อย่างไรก็ตามพบว่าที่อุณหภูมิแช่เย็นเมื่อเวลาเก็บรักษานานขึ้นค่าความชื้น และ Water holding ลดลง อาจเกิดจากความสามารถในการอุ้มน้ำของโปรตีนในเนื้อปลาที่ลดลง การสูญเสียในสัตว์น้ำผนังเซลล์ของกล้ามเนื้อถูกทำลายจากจุลินทรีย์ ทำให้ไมโอซินสูญเสียความสามารถในการอุ้มน้ำ (Koral *et al.*, 2023) ส่วนค่า pH มีค่าเพิ่มขึ้นเนื่องจากการเพิ่มขึ้นของสารประกอบไนโตรเจนที่ระเหยปริมาณต่างที่ระเหยได้ที่เกิดจากกิจกรรมของเอนไซม์ในตัวปลาหรือเอนไซม์จากจุลินทรีย์ที่เพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษา (Kiettiolarn and Tepwong, 2022)

นอกจากนี้ ยังพบว่า เมื่อเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นส่งผลให้ปริมาณ Histamine เพิ่มขึ้น โดยการเก็บปลากุเลาที่อุณหภูมิแช่เย็น เป็นเวลา 7 วัน มีปริมาณ Histamine สูงสุดมีค่าเท่ากับ 31.80 ± 0.01 (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ($p < 0.05$) นอกจากนี้ยังพบว่า การเก็บรักษาปลากุเลาแบบแช่แข็งมีปริมาณ Histamine สูงกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิแช่เย็นในช่วงเวลา 0-3 วัน เมื่อเก็บปลาสดไว้ที่อุณหภูมิต่ำกว่าหรือเท่ากับ 0 องศาเซลเซียส จุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในปลาจะยังไม่ผลิตฮิสตามีน แต่เมื่ออยู่ในภาวะที่เหมาะสม เช่นอุณหภูมิสูงขึ้น จุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนจะเพิ่มจำนวน และผลิตฮิสตามีนในปริมาณมากขึ้น (Chaikulsaareewath, 2014) ดังนั้น Histamine ที่เพิ่มขึ้นของการเก็บรักษาที่อุณหภูมิแช่แข็งอาจเกิดจากการปนเปื้อนจุลินทรีย์จากภายนอกที่สร้าง Histamine เมื่อทำการละลายปลากุเลาแล้วทำการวิเคราะห์ส่งผลให้ปริมาณ Histamine เพิ่มขึ้น จากการรายงานของ Klongnganchul and Muangthai (2017) ระบุว่าองค์การอาหารและยาของสหรัฐอเมริกากำหนดให้ฮิสตามีนในปลาไม่ควรเกิน 50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เนื่องจาก Histamine ก่อให้เกิดอาการอาหารเป็นพิษ โดยแสดงอาการเช่น ผื่นคัน แสบร้อนบริเวณปาก Histamine เกิดขึ้นจากการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ในสัตว์น้ำภายหลังจากการตายหากเก็บในอุณหภูมิที่สูงกว่า 0 องศาเซลเซียส จุลินทรีย์จะผลิต

เอนไซม์ฮิสติดีนดีคาร์บอกซิลเลสจากนั้นจะย่อยสลายกรดอะมิโนฮิสติดีนอิสระซึ่งเป็นองค์ประกอบของโปรตีนในเนื้อปลาเปลี่ยนเป็น Histamine ส่วนค่า TVB-N ที่แสดงการเสื่อมเสียของสัตว์น้ำมีค่าลดลงอย่างช้า ๆ เนื่องจากความเย็นหรืออุณหภูมิที่ต่ำจากการใช้น้ำแข็งหรือการแช่แข็งทำให้การทำงานของน้ำย่อยในตัวของสัตว์น้ำ และการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่จะทำให้เกิดการเสื่อมเสียนั้นทำงานได้ช้าลง ปริมาณ TVB-N จึงเพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆ

4. สรุป

พื้นที่ตำบลบางตาawa อำเภอหนองจิก จังหวัดปัตตานี สามารถจับปลากุเลาได้ปริมาณมากในเดือนมกราคมถึงเดือนพฤษภาคม ปลากุเลาขนาดที่จับได้สูงสุดคือขนาด 1-2 กิโลกรัม โดยในช่วงเดือนกรกฎาคมปลากุเลาที่จับได้มีปริมาณโปรตีนและไขมันสูง และมีค่า TVB-N ที่เหมาะสมในการผลิตปลากุเลา นอกจากช่วงเดือนในการจับปลาแล้วขนาดและเพศของปลากุเลาก็มีผลต่อคุณภาพเช่นกัน โดยปลากุเลาเพศเมีย ขนาดมากกว่า 2 กิโลกรัม มีปริมาณไขมันสูงสุด ($p < 0.05$) ส่งผลทำให้ TVB-N และ TBAR มีค่าสูงขึ้นตามปริมาณไขมันของปลากุเลา และเมื่อศึกษาการเก็บรักษาปลากุเลาที่อุณหภูมิแช่เย็นและแช่แข็งพบว่าที่อุณหภูมิแช่เย็นสามารถเก็บรักษาปลากุเลาได้เป็นเวลา 3 วัน ทำให้ผู้ประกอบการสามารถเก็บปลากุเลาสดที่มีมากในช่วงฤดูกาลทำให้เพิ่มระยะเวลาการรักษาคูณภาพของปลากุเลาเพื่อรอการผลิตในแต่ละรอบวันการน่านขึ้นและลดการนำปลากุเลาสดออกจำหน่ายนอกพื้นที่ และสามารถผลิตเป็นปลากุเลาเค็มที่มีคุณภาพได้ และเมื่อเทียบอุณหภูมิแช่แข็งเก็บได้เป็นเวลามากกว่า 30 วัน แต่เมื่อนำมาผลิตเป็นปลากุเลาเค็มเนื้อปลาเค็มที่ได้จะมีความกระด้างไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

5. ข้อเสนอแนะ

5.1 ควรมีการศึกษาสภาวะในการเก็บรักษาในอุณหภูมิแช่แข็งปลากุเลาในสารละลายอื่น เพื่อลดการกระด้างของเนื้อปลาเมื่อนำมาผลิตเป็นปลากุเลาเค็ม

5.2 ควรเก็บข้อมูลปริมาณการจับปลากุเลาในช่วงปีถัดไปเพื่อความชัดเจนของข้อมูลและเป็นประโยชน์กับชาวประมงพื้นบ้าน และผู้ประกอบการผลิตปลากุเลาเค็มสามารถวางแผนการผลิตได้อย่างแม่นยำ

6. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากสนับสนุนโดยกองทุนส่งเสริมวิจัยด้านวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม หน่วยบริหารและจัดการทุนด้านการพัฒนา ระดับพื้นที่ (บพท.) ปีงบประมาณ 2564

7. เอกสารอ้างอิง

- AOAC. 2016. **Official methods of analysis** (17th ed). Association of Official Analytical Chemists, Arlington.
- Buege, J.E. and Aust, S.D. 1978. Microsomal Lipid Peroxidation. **Method in Enzymology** 52: 302-304.
- Chaikulsareewath, A. 2014. Histamine Reduction in Fish and Fishery Products by Microorganisms. **Journal of Food Technology, Siam University** 9(1): 1-8. (in Thai)
- Chaimano, K., Tragoonsawang, T., Chansupasen, W. and Worananthakij, W. 2019. Preserved chilled Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) by medical plant crude extract. **Khon Kaen Agriculture Journal** 47(2): 475-482. (in Thai)
- Conway, E.J. and Byrne, A. 1936. An absorption apparatus for the micro determination of certain volatile substances I. The micro determination of ammonia. **Journal of Biochemistry** 27: 419-429.
- Fishery Statistics Group. 2021. **Research Report on Statistics of Marine Capture of Artisanal Fisheries 2020**. Department of Fisheries, Ministry of Agriculture and Cooperatives, Bangkok. (in Thai)
- Fishery Statistics Group. 2022. **Research Report on Statistics of Marine Capture of Artisanal Fisheries 2021**. Department of Fisheries, Ministry of Agriculture and Cooperatives, Bangkok. (in Thai)
- Jaturasitha, S., Pornsopin, P. and Dechanuwat. 2011. **Research Report on Carcass and Meat Quality of Sturgeon (Huso huso) Produced by Royal Project Foundation**. Department of Animal and Aquatic Science, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University. (in Thai)
- Jirapong, C., Soonthornwat, S., Dechwutthiphon, C., Kanchanawat, P. and Noirod, P. 2018. **Research Report on Changes in Quality of Dried Snakeskin Gourami under Active Packaging: A Case Study of Moisture Absorbent Pad Bergamot Peel**. Agricultural Research Development Agency (Public Organization), Bangkok. (in Thai)
- Kiettiolarn, M. and Tepwong, P. 2022. Effects of Mushroom Extract and Gelatin Coating on the Storage Quality of Refrigerated Tilapia (*Oreochromis niloticus*) Fillets. **Rajamangala University of Technology Srivijaya Research Journal** 14(3): 660-675. (in Thai)
- Klongnganchul, K. and Muangthai, P. 2017. Taurine and Histamine in Seafish and Freshwater Fish Samples. **Srinakharinwirot University (Journal of Science and Technology)** 9(18): 1-10. (in Thai)
- Koral, S., Kose, S., Pompe, M. and Kocar, D. 2023. The Effect of Freezing Raw Material on the Quality Changes and Safety of Salted Anchovies (*Engraulis encrasicolus*, Linnaeus, 1758) at Cold Storage Conditions. **Applied Sciences** 13(6200): 2-23.
- Kwan-on, P., Suwansakornkul, P, Raksakulthai, N. and Runglertkriangkrai, J. 2015. Effect of Freshness on Physicochemical Properties of Flesh and Protein Gel from Spanish mackerel (*Scomberomorus commerson*) During Iced Storage. **Journal RMUTTO** 8(2): 35-44. (in Thai)
- Ozogul, F., Kuley, E. and Kenar, M. 2011. Effects of rosemary and sage tea extract on biogenic amines formation of sardine (*Sardina pilchardus*) fillets. **International Journal of Food Science and Technology** 46: 761-766.
- Sringarm, C., Numthuam, S. and Rungchang, S. 2020. Shelf-life evaluation from total volatile basic nitrogen of chilled White shrimp. **Naresuan Agriculture Journal** 17(2): 1-8. (in Thai)
- Sritakon, T., Nooklum, R., Vibunpant, S., Songkaew, N. and Kongchai, T. 2019. **Research Report on Reproductive Biology of Fourfinger**

Threadfin (*Eleutheronema tetradactylum* (Shaw, 1804)) in Nakhon Si Thammarat and Songkhla Provinces. Department of Fisheries, Ministry of Agriculture and Cooperatives, Bangkok. (in Thai)

Thorarinsdottir, K. A. , Aragon, S. , Bogason, S. G. and Krisbergson, K. 2001. Effect of phosphate on yield, quality, and water holding capacity in the processing of salted cod (*Gadus morhua*). **Journal of food science** 66: 821-826.

Viana, F.M., Monteiro, M.L.G., Ferrari, R.G., Mutz, Y.Z., Martins, I. B. A. , Salim, I. P. A. A. , Alcantara, M. D. , Deliza, R. , Mano, S. B. and Conte-Junior, C. A. 2022. Multivariate Nature of Fish Freshness Evaluation by Consumers. **Foods** 11(2144): 3-15.

Vinoth, A. 2014. Fishing ground of *Eleutheronema tetradactylum* (Indian salmon) in Pulicat coast. **International Journal of Development Research** 4(10): 2048-2051.

Yongsawatdigul, J. 2014. **Research Report on Chemical parameters for traceability of raw material freshness of tropical surimi.** Suranaree University of Technology, Nakhon Ratchasima. (in Thai)

Zhelyazkov, G. and Stratev, D. 2018. Some Physicochemical Characteristics of Fish Products Sampled from Bulgarian Retail Markets. **Journal of Food Quality and Hazards Control** 5: 33-36.