



คุณภาพและความปลอดภัยของปลากะตักในน่านน้ำภาคใต้ของไทย
จากปริมาณโลหะหนัก

Quality and Safety of Anchovies from Southern Thai Sea
from Heavy Metal.

ดาร์ญ ชูขวัญชาญณรงค์

Daryn Chukuanchanarong

กึ่งเดือน สมจิตต์

Kingduean Somjit

ประทุมวัลย์ เจริญพร

Pratumwan Charernporn

ธนกร เจริญลาภ

Thanapon Charoenlarp

กองตรวจสอบคุณภาพสินค้าประมง

Fish Inspection and Quality Control Division

กรมประมง

Department of Fisheries

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

Ministry of Agriculture and Cooperatives

เอกสารวิชาการ ฉบับที่ ๘/๒๕๖๖



Technical Paper No. 8/2023

คุณภาพและความปลอดภัยของปลากระตักในน่านน้ำภาคใต้ของไทย
จากปริมาณโลหะหนัก

Quality and Safety of Anchovies from Southern Thai Sea
from Heavy Metal.

ดารีญ ชูขวัญชาญณรงค์

Daryn Chukuanchanarong

กึ่งเดือน สมจิตต์

Kingduean Somjit

ประทุมวัลย์ เจริญพร

Pratumwan Charernporn

ธนกร เจริญลาภ

Thanapon Charoenlarp

ศูนย์วิจัยและตรวจสอบคุณภาพสินค้าประมง

Suratthani Fish Inspection and

สุราษฎร์ธานี

Research Center

กองตรวจสอบคุณภาพสินค้าประมง

Fish Inspection and Quality Control Division

กรมประมง

Department of Fisheries

๒๕๖๖

2023

รหัสทะเบียนวิจัยเลขที่ 64-1-0807-64019-02

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	1
Abstract	2
คำนำ	3
วัตถุประสงค์	4
วิธีดำเนินการ	5
ผลการศึกษาและวิจารณ์ผล	8
สรุปผลการศึกษา	21
คำขอบคุณ	21
เอกสารอ้างอิง	22
ภาคผนวก ก	25
ภาคผนวก ข	29

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ค่าเฉลี่ยและค่าพิสัยของน้ำหนัก และชนิด-สกุลของปลากะตักที่พบในแหล่งจับฝั้งทะเลอันดามันและอ่าวไทย	9
2	จำนวนตัวอย่างปลากะตักจากทะเลฝั่งอันดามัน และแหล่งจับฝั้งอ่าวไทย ที่พบปริมาณแคดเมียมในปริมาณต่างๆ	11
3	จำนวนตัวอย่างปลากะตักจากทะเลฝั่งอันดามัน และแหล่งจับฝั้งอ่าวไทย ที่พบปริมาณปรอทในปริมาณต่างๆ	13
4	จำนวนตัวอย่างปลากะตักจากทะเลฝั่งอันดามัน และแหล่งจับฝั้งอ่าวไทย ที่พบปริมาณตะกั่วในปริมาณต่างๆ	15
5	ร้อยละของตัวอย่างปลากะตักต้มตากแห้งจากทะเลฝั่งอันดามัน และฝั้งอ่าวไทยที่พบแคดเมียมปริมาณต่างๆ	17
6	ร้อยละของตัวอย่างปลากะตักต้มตากแห้งจากทะเลฝั่งอันดามัน และฝั้งอ่าวไทยที่พบปรอทปริมาณต่างๆ	19
7	ร้อยละของตัวอย่างปลากะตักต้มตากแห้งจากทะเลฝั่งอันดามัน และฝั้งอ่าวไทยที่พบตะกั่วปริมาณต่างๆ	20

คุณภาพและความปลอดภัยของปลากะตักในน่านน้ำภาคใต้ของไทย จากปริมาณโลหะหนัก

ดารีญ ชูขวัญชาญณรงค์*, กิ่งเดือน สมจิตต์^๒, ประทุมวัลย์ เจริญพร^๓ และ ธนกร เจริญลาภ^๓

^๑ ศูนย์วิจัยและตรวจสอบคุณภาพสินค้าประมงสุราษฎร์ธานี

^๒ กองตรวจสอบคุณภาพสินค้าประมง

^๓ ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงอันดามันตอนบน (ภูเก็ต)

บทคัดย่อ

จากการศึกษาชนิด (Species) และสกุล (Genus) ของปลากะตักจากทะเลฝั่งอันดามัน และ อ่าวไทย และปริมาณโลหะหนัก ได้แก่ แคดเมียม โปรท และตะกั่ว ในตัวอย่างปลากะตักจากท่าเทียบเรือ/สะพานปลาจังหวัดภูเก็ต สตูล ชุมพร สุราษฎร์ธานี และนครศรีธรรมราช ระหว่าง พ.ศ. 2563-2565 พบปลากะตักฝั่งอันดามันจำนวน 4 ชนิด ได้แก่ *Encrasicholina heteroloba*, *E. punctifer*, *E. divisi* และ *Stolephorus indicus* ส่วนฝั่งอ่าวไทยพบจำนวน 3 ชนิด ได้แก่ *E. heteroloba*, *E. punctifer* และ *E. divisi* ทั้งนี้ ปริมาณแคดเมียมในปลากะตักฝั่งอ่าวไทยสูงกว่าฝั่งอันดามันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยพบว่า จังหวัดชุมพรมีระดับแคดเมียมสูงที่สุด รองลงมาได้แก่จังหวัดนครศรีธรรมราช ภูเก็ต สุราษฎร์ธานี และสตูล ตามลำดับ ปริมาณโปรทผ่านเกณฑ์มาตรฐานทุกตัวอย่าง อย่างไรก็ตาม พบว่าปริมาณโปรทในปลากะตักฝั่งอันดามันมีปริมาณสูงกว่าฝั่งอ่าวไทยซึ่งแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยจังหวัดสตูลพบปริมาณโปรทสูงที่สุด รองลงมาได้แก่จังหวัดภูเก็ต นครศรีธรรมราช ชุมพร และสุราษฎร์ธานี ตามลำดับ และปริมาณตะกั่วส่วนใหญ่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน ยกเว้นปลากะตักจังหวัดสตูลและสุราษฎร์ธานีมีค่าเกินมาตรฐานบางตัวอย่าง ทั้งนี้ ปริมาณตะกั่วในปลากะตักฝั่งอันดามันมีปริมาณสูงกว่าฝั่งอ่าวไทยซึ่งแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยจังหวัดสตูลพบปริมาณตะกั่วสูงที่สุด รองลงมาได้แก่จังหวัดสุราษฎร์ธานี ชุมพร ภูเก็ต และนครศรีธรรมราช ตามลำดับ นอกจากนี้ การศึกษาปริมาณโลหะหนักในปลากะตักต้มตากแห้งจากจังหวัดภูเก็ต สตูล ชุมพร สุราษฎร์ธานี และนครศรีธรรมราช พบปริมาณแคดเมียมสูงกว่ามาตรฐานที่กำหนด ($> 0.25 \mu\text{g/g}$) โดยจังหวัดสุราษฎร์ธานีพบปริมาณสูงสุดที่ระดับ $0.67 \mu\text{g/g}$ และพบปริมาณตะกั่วสูงกว่ามาตรฐานที่กำหนด ($> 0.30 \mu\text{g/g}$) ที่จังหวัดภูเก็ตโดยพบที่ระดับ $0.57 \mu\text{g/g}$

คำสำคัญ: คุณภาพและความปลอดภัย, ปลากะตัก, แคดเมียม, โปรท, ตะกั่ว

* ผู้รับผิดชอบ : ๒๐/๖๒ หมู่ ๗ ต. ท่าข้าม อ. พุนพิน จ. สุราษฎร์ธานี ๘๔๑๓๐ โทร. ๐ ๗๗๓๑ ๐๗๒๘

e-mail : daryn.cn@gmail.com

Quality and Safety of Anchovies from Southern Thai Sea from Heavy Metal

Daryn Chukuanchanarong^{1*}, Kingduean Somjit², Pratumwan Charernporn¹
and Thanapon Charoenlarp³

¹Suratthani Fish Inspection and Research Center

²Fish Inspection and Quality Control Division

³Upper Andaman Sea Fisheries Research and Development Center (Phuket)

Abstract

The study on heavy metals as cadmium, mercury and lead in anchovies from the Andaman Sea and the Gulf of Thailand, Phuket, Satun, Chumphon, Surat Thani and Nakhon Si Thammarat from 2020 – 2022. There were 4 species of anchovies in the Andaman Sea as *Encrasicholina heteroloba*, *E. punctifer*, *E. divisi* and *Stolephorus indicus* and 3 species in the Gulf of Thailand as *E. heteroloba*, *E. punctifer* and *E. divisi*. It was found that the cadmium content in anchovies from the Gulf of Thailand was statistically significantly higher than the fish from the Andaman Sea ($p < 0.05$) and Chumphon had the highest cadmium levels. Anyways, each sample met the standard. Mercury content from the Andaman Sea was statistically insignificant higher than Gulf of Thailand ($p < 0.05$). Satun had the highest mercury content. Lead content in most of the samples met the standard except the anchovies from Satun and Surat Thani. The lead content in anchovies from the Andaman Sea was statistically insignificant higher than in the Gulf of Thailand. Satun had the highest lead content, In addition, a study of heavy metal content in dried boiled anchovies from Phuket, Satun, Chumphon, Surat Thani and Nakhon Si Thammarat. It was found that cadmium content higher than the standard at $>0.25 \mu\text{g/g}$, Surat Thani had the highest content at $0.67 \mu\text{g/g}$ and lead content higher than the standard at $>0.30 \mu\text{g/g}$, Phuket had the highest content at $0.57 \mu\text{g/g}$.

Key words : Quality and Safety, Anchovy, Cadmium, Mercury, Lead

* Corresponding author: Thakum, Punpin District, Suratthani 84130. Tel. 0 7731 0728

e-mail : daryn.cn@gmail.com

คำนำ

ปลากระดักเป็นปลาทะเลผิวน้ำขนาดเล็กที่อยู่รวมกันเป็นฝูง พบกระจายอย่างกว้างขวางบริเวณชายฝั่งทะเลและหมู่เกาะต่างๆ ตั้งแต่บริเวณหมู่เกาะฮาวาย ญี่ปุ่น ตาฮิติ ออสเตรเลีย ปาปัวนิวกินี ฟิลิปปินส์ อินโดนีเซีย เกาหลี บริเวณชายฝั่งของกลุ่มประเทศในเอเชีย ตลอดจนหมู่เกาะต่างๆ ในมหาสมุทรอินเดีย ทะเลอาหรับ และทะเลแดง เป็นต้น (ไพโรจน์, 2533) สำหรับแหล่งทำการประมงปลากระดักที่สำคัญของไทยได้แก่บริเวณอ่าวไทยทั้งฝั่งตะวันออกและตะวันตก และบริเวณฝั่งอันดามัน (กรมประมง, 2563) จากการศึกษาของ ทศพร วงศ์รัตน์ ในปี พ.ศ. 2523 – 2531 พบปลากระดัก 11 ชนิด ในน่านน้ำฝั่งอ่าวไทย และ 9 ชนิด ในน่านน้ำฝั่งอันดามัน (Supongpan *et al.*, 2000) ปลากระดักที่จับในน่านน้ำไทยและประเทศใกล้เคียงจัดอยู่ในสกุล *Stolephorus* spp. (ปลากระดักตัวกลม) และ *Encrasicholina* spp. (ปลากระดักตัวแบน) ซึ่งมีความยาวเต็มวัยประมาณ 4 – 15 เซนติเมตร มีชื่อเรียกแตกต่างกันตามท้องถิ่น เช่น ปลาไส้ตัน ปลาหัวอ่อน ปลามะลิ ปลากล้วย และปลาจิ้งจั้ง เป็นต้น ปลากระดักอุดมไปด้วยสารอาหารที่มีประโยชน์ในปริมาณที่สูง เช่น กรดไขมันโอเมก้า 3 โปแทสเซียม และแคลเซียม จึงเป็นสัตว์น้ำเศรษฐกิจที่มีการผลิตเชิงอุตสาหกรรม มีการแปรรูปเป็นสินค้าจำหน่ายเพื่อการบริโภคทั้งในประเทศและส่งออก ข้อมูลการส่งออกปลากระดักของด่านตรวจสัตว์น้ำจังหวัดชลบุรี (2560) พบว่าในปี 2560 ประเทศไทยส่งออกปลากระดักตากแห้งปริมาณ 16,327.90 ตัน คิดเป็นมูลค่า 1,254.39 ล้านบาท โดยประเทศที่นำเข้าปลากระดักตากแห้งจากประเทศไทยมากที่สุด 3 ลำดับแรกได้แก่ ศรีลังกา จีน และมาเลเซีย ทั้งนี้ ในการรับรองเพื่อการส่งออกสินค้าสัตว์น้ำไปยังต่างประเทศ กองตรวจสอบคุณภาพสินค้าประมง กรมประมง กำหนดให้โรงงานผู้ผลิตต้องจัดทำระบบการควบคุมคุณภาพและความปลอดภัยตลอดสายการผลิต ตามมาตรฐาน Good Manufacturing Practice (GMP) และ Hazard Analysis Critical Control Point (HACCP) เพื่อให้ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้มีความปลอดภัยต่อผู้บริโภคและเป็นไปตามมาตรฐานของประเทศผู้นำเข้า แต่เนื่องจากปลากระดักเป็นสัตว์น้ำที่จับจากธรรมชาติ จึงมีความเสี่ยงต่อการปนเปื้อนสารพิษต่างๆ ที่อยู่ในน้ำ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการปนเปื้อนของโลหะหนัก ซึ่งเป็นอันตรายต่อสุขภาพ หากได้รับในปริมาณที่มากเกินไปเกินเกณฑ์มาตรฐานกำหนด ทั้งนี้ โลหะหนักมีหลายชนิด แต่ส่วนใหญ่ที่ถูกกำหนดค่าไว้ในมาตรฐานอาหารมี 3 ชนิด ได้แก่ แคดเมียม ตะกั่ว และปรอท

โลหะหนักเป็นสารมลพิษประเภทหนึ่งที่มีความเป็นพิษสูงต่อสิ่งมีชีวิต มีที่มาจากธรรมชาติและมนุษย์สังเคราะห์ขึ้นเพื่อการใช้ประโยชน์เป็นวัตถุดิบในกระบวนการผลิตทางอุตสาหกรรม ทำให้โลหะหนักมีโอกาสนปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อมโดยเฉพาะทะเลได้มากขึ้น เพราะทะเลเป็นแหล่งรวมสุดท้ายของเสียที่เกิดขึ้นทั้งบนบกและในทะเล เมื่อโลหะหนักลงสู่ทะเลจะถูกสะสมอยู่ในมวลน้ำ ดินตะกอนและสิ่งมีชีวิต (ฉลุย และคณะ, 2557) โลหะหนักมีอัตราการสลายตัวค่อนข้างช้า ทำให้สะสมอยู่ในสิ่งแวดล้อมได้นาน มนุษย์รับโลหะหนักเข้าสู่ร่างกายผ่านทางน้ำ พืช น้ำ และสัตว์น้ำ จากการกินตามห่วงโซ่อาหาร ซึ่งในด้านความปลอดภัยอาหาร โลหะหนักเป็นอันตรายในอาหาร (Food hazard) ประเภทอันตรายทางเคมี (Chemical hazard) จากอันตรายที่เกิดจากการได้รับโลหะหนักทำให้องค์กรสากลและหน่วยงานกำกับดูแลความปลอดภัยอาหารของประเทศต่าง ๆ

กำหนดปริมาณการปนเปื้อนสูงสุด (Maximum Level) เป็นค่ามาตรฐานเพื่อใช้ควบคุมปริมาณของการปนเปื้อนโลหะหนักในสินค้าอาหาร เช่น ในสินค้าปลากะตักแห่งสาธารณรัฐประชาชนจีนกำหนดค่ามาตรฐานของแคดเมียม ตะกั่ว และปรอท ที่ 0.3, 1.0 และ 0.5 $\mu\text{g/g}$ ตามลำดับ สหภาพยุโรป (EU) กำหนดไว้ที่ 0.05, 0.3 และ 0.5 $\mu\text{g/g}$ ตามลำดับ และกรมประมงกำหนดไว้ที่ 0.25, 0.3 และ 0.5 $\mu\text{g/g}$ ตามลำดับ (กองตรวจสอบคุณภาพสินค้าประมง, 2565) และจากประวัติการตรวจวิเคราะห์โลหะหนักในสินค้าประมงส่งออกของศูนย์วิจัยและตรวจสอบคุณภาพสินค้าประมงสุราษฎร์ธานี ตั้งแต่ปี 2554 – 2562 พบแคดเมียมเกินมาตรฐานในสินค้ากลุ่มปู ปลา และหมึก จำนวนรวม 21 ตัวอย่าง พบตะกั่วเกินมาตรฐานในสินค้ากลุ่มกุ้ง ปลา และปู จำนวนรวม 15 ตัวอย่าง และพบปรอทเกินมาตรฐานในสินค้ากลุ่มปลา จำนวน 2 ตัวอย่าง นอกจากนี้จากข้อมูลผลการวิเคราะห์แคดเมียมในวัตถุดิบปลากะตักและผลิตภัณฑ์ปลากะตักแปรรูปของกองตรวจสอบคุณภาพสินค้าประมง ปี 2558 พบว่า ปริมาณแคดเมียมในปลากะตักสดมีค่าอยู่ในช่วง 0 - 0.20 $\mu\text{g/g}$ ค่าส่วนใหญ่ผ่านมาตรฐานที่กำหนด ($<0.05 \mu\text{g/g}$) อย่างไรก็ตาม บางส่วนตรวจพบอยู่ในช่วง 0.051 - 0.10 $\mu\text{g/g}$ ในผลิตภัณฑ์ปลากะตักตากแห้งพบแคดเมียมมีค่าอยู่ในช่วง 0 - 0.40 $\mu\text{g/g}$ โดยค่าส่วนใหญ่อยู่ในช่วง 0.11 - 0.20 $\mu\text{g/g}$ (กองตรวจสอบคุณภาพสินค้าประมง, 2558) แสดงให้เห็นว่าสัตว์น้ำ รวมทั้งปลากะตักมีความเสี่ยงปนเปื้อนโลหะหนักในปริมาณที่เกินมาตรฐานจากแหล่งจับ ซึ่งผู้ประกอบการที่ผลิตสินค้าจากปลากะตักต้องควบคุมความเสี่ยงดังกล่าวตั้งแต่ขั้นตอนการรับวัตถุดิบ โดยพิจารณารับวัตถุดิบปลากะตักจากแหล่งที่มีการปนเปื้อนต่ำ เพื่อให้สามารถบริหารจัดการคุณภาพและความปลอดภัยอาหาร เป็นไปตามตามมาตรฐานที่ประเทศปลายทางและกรมประมงกำหนด

การศึกษาปริมาณโลหะหนักในปลากะตักที่มีแหล่งทำการประมงในเขตทะเลภาคใต้ของไทยจะเป็นประโยชน์ในการบริหารจัดการคุณภาพและความปลอดภัยอาหาร เป็นข้อมูลทางวิชาการยืนยันปริมาณการปนเปื้อนโลหะหนักในสิ่งแวดล้อมบริเวณดังกล่าว ตลอดจนเป็นข้อมูลสำหรับผู้ประกอบการในการคัดเลือกวัตถุดิบปลากะตักสำหรับการผลิตเพื่อส่งออก

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาปริมาณโลหะหนักในปลากะตัก และผลิตภัณฑ์ปลากะตักต้มตากแห้งจากแหล่งที่มาบริเวณอ่าวไทยและอันดามัน

วิธีดำเนินการ

1. วัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี

1.1 วัสดุ อุปกรณ์

1.1.1 เครื่องชั่ง 3 ตำแหน่ง ยี่ห้อ Satorius รุ่น TE 313S และ

1.1.2 ขวดวัดปริมาตร ชนิดเกรด A ขนาด 10, 25, 50, 100, 500 และ 1,000 มิลลิลิตร

1.1.3 ปีกเกอร์ ขนาด 10, 25, 50, 100 และ 250 มิลลิลิตร

1.1.4 ปีเปต ชนิด volume pipette เกรด A ขนาด 1, 2, 5, 10 และ 20 มิลลิลิตร

1.1.5 Dispenser ชนิดทนกรด ขนาด 10 มิลลิลิตร

1.1.6 ถ้วยหาความชื้นมีฝาปิด ทำจากอลูมิเนียมขนาด 5 เซนติเมตร

1.1.7 ตู้อบ (Hot Air Oven) ช่วงใช้งาน 100 - 102 องศาเซลเซียส ยี่ห้อ BINDER รุ่น FD115

1.1.8 อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (water bath) ช่วงใช้งาน 95.5 องศาเซลเซียส ยี่ห้อ Memmert รุ่น WB-29

1.1.9 เครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS) ประกอบด้วยหลอดไฟชนิด Hollow cathode cadmium lamp ความยาวคลื่น 228.8 นาโนเมตร ยี่ห้อ Perkin Elmer รุ่น AAnalyst 600

1.1.10 เครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS) ประกอบด้วยหลอดไฟชนิด Hollow cathode Lead lamp ความยาวคลื่น 283.3 nm ยี่ห้อ Perkin Elmer รุ่น AAnalyst 600

1.1.11 เครื่อง Desiccators ยี่ห้อ Duran

1.1.12 เครื่อง Mercury Analyzer ความยาวคลื่น 253.7 นาโนเมตร ยี่ห้อ Perkin รุ่น FIMS 100

1.2 สารเคมี

1.2.1 กรดไนตริก (HNO_3) เข้มข้น 70% เกรด AR grade

1.2.2 สารละลายกรดไนตริกเข้มข้น 2% (V/V)

1.2.3 Ammoniumdihydrogen orthophosphate [$(\text{NH}_4) \text{H}_2\text{PO}_4$] เข้มข้น 10% (W/V)

1.2.4 Magnesium nitrate [$\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$] เข้มข้น 10,000 mg/L

1.2.5 สารละลายที่มี ammoniumdihydrogen orthophosphate เข้มข้น 1%

1.2.6 magnesium nitrate tetrahydrate เข้มข้น 0.01%

1.2.7 Standard cadmium (SRM from NIST) ความเข้มข้น 1,000 $\mu\text{g/ml}$

1.2.8 Working standard cadmium solution ความเข้มข้น 0.2, 0.4, 0.8, 1.0, 1.6, 3.2, 4.0, 4.8 และ 6.4 ng/ml

1.2.9 Blank standard

1.2.10 Hydrochloric (HCl) เข้มข้น 37% ชนิด AR grade

1.2.11 3% สารละลาย hydrochloric (HCl) ใช้เป็น carrier

1.2.12 Sodium borohydride (NaBH_4) 98% ชนิด AR grade

- 1.2.13 Sodium hydroxide (NaOH) ชนิด AR grade
- 1.2.14 0.2% NaBH₄ in 0.05% NaOH ใช้เป็น reductant
- 1.2.15 Standard solution mercury ความเข้มข้น 10 µg/ml ยี่ห้อ Perkin Elmer
- 1.2.16 Working standard solution mercury ความเข้มข้น 0.5, 2, 5, 10, 20, 30 และ 40 ng/ml
- 1.2.17 Standard Lead ความเข้มข้น 1000 mg/l
- 1.2.18 Reference Material (RM)
- 1.2.19 Working standard lead solution ความเข้มข้น 40 ppb

2. การเก็บตัวอย่าง การเตรียมตัวอย่างและการวิเคราะห์โลหะหนัก

2.1 การเก็บตัวอย่าง

2.1.1 เก็บตัวอย่างปลากระดูกแข็งที่ได้จากการประมงในน่านน้ำภาคใต้ฝั่งอ่าวไทยและฝั่งอันดามัน จากท่าเทียบเรือและสะพานปลาในพื้นที่จังหวัดภูเก็ต ชุมพร สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช และสตูล ตั้งแต่เดือนเมษายน 2563 ถึงเดือนกันยายน 2565 ในแต่ละครั้งสุ่มตัวอย่างจำนวน 3 ตัวอย่างต่อแหล่ง (จังหวัด) ให้ได้น้ำหนักประมาณ 500 กรัมต่อตัวอย่าง บรรจุถุงพลาสติกเก็บรักษาตัวอย่างในกล่องโฟมรักษาสภาพด้วยน้ำแข็งระหว่างการขนส่ง และเก็บรักษาด้วยการแช่แข็งที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส ณ ศูนย์วิจัยและตรวจสอบคุณภาพสินค้าประมงสุราษฎร์ธานี เพื่อรอการตรวจวิเคราะห์

2.1.2 เก็บตัวอย่างปลากระดูกแข็งจากห้างร้านขายปลากระดูกแข็ง ในพื้นที่จังหวัดภูเก็ต 6 ตัวอย่าง ชุมพร 9 ตัวอย่าง สุราษฎร์ธานี 6 ตัวอย่าง นครศรีธรรมราช 6 ตัวอย่าง และสตูล 6 ตัวอย่าง ให้ได้น้ำหนัก 500 กรัมต่อตัวอย่าง บรรจุตัวอย่างในถุงพลาสติก จัดเก็บที่อุณหภูมิห้องระหว่างรอตรวจวิเคราะห์ ณ ศูนย์วิจัยและตรวจสอบคุณภาพสินค้าประมงสุราษฎร์ธานี

2.2 การเตรียมตัวอย่างและการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่าง

2.2.1 ปลากระดูกแข็ง

2.2.1.1 นำตัวอย่างปลากระดูกแข็งมาตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเพื่อให้ละลายตัวจากการแช่แข็ง แต่ละตัวอย่างสุ่มตัวอย่างให้ได้น้ำหนัก 100 กรัม เพื่อวัดขนาด และหาน้ำหนักเฉลี่ยของตัวปลา

2.2.1.2 ตรวจสอบชนิด (Species) และสกุล (Genus) ของปลากระดูก ณ ห้องปฏิบัติการศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงอันดามันตอนบนภูเก็ต

2.2.1.3 ตรวจวิเคราะห์ตัวอย่าง (วิธีการตรวจวิเคราะห์แสดงดังภาคผนวก ข)

(1) ความชื้น

ทดสอบหาปริมาณความชื้น (Moisture) และสารระเหยต่ำ (Low volatile materials) โดยการอบแห้งใน Hot Air Oven ที่อุณหภูมิ 100-101 °C ตามวิธี AOAC (2016)

(2) โลหะหนัก

ตรวจวิเคราะห์แคดเมียมด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS) ตามวิธี Inhouse Method ของกองตรวจสอบคุณภาพสินค้าประมง โดยอ้างอิงตามวิธี AOAC (2019a) พรอทด้วยเครื่อง Mercury Analyzer ตามวิธี AOAC (2019b) และตะกั่วด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS) ตามวิธี AOAC (2019a)

2.2.2 ปลากระตักตากแห้ง

ตรวจวิเคราะห์ความชื้น และโลหะหนัก ได้แก่ แคดเมียม พรอท และตะกั่ว เช่นเดียวกับตัวอย่าง ปลากระตักสด

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าพิสัย และค่าเฉลี่ยของปริมาณแคดเมียม พรอท และตะกั่ว จากตัวอย่างปลากระตักสด และปลากระตักต้มตากแห้ง จากทะเลฝั่งอันดามัน (จังหวัดภูเก็ต และสตูล) และอ่าวไทย (จังหวัดชุมพร สุราษฎร์ธานี และนครศรีธรรมราช) ซึ่งเป็นข้อมูลที่มีการแจกแจงไม่ปกติ จึงดำเนินการเปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณแคดเมียม พรอท และตะกั่ว โดยใช้สถิติแบบไม่ใช้พารามิเตอร์ (nonparametric statistics) ตามวิธี Kruskal-Wallis test ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ผลการศึกษาและวิจารณ์ผล

1. การศึกษาชนิด (Species) และสกุล (Genus) ของปลากะตักจากแหล่งจับทะเลฝั่งอันดามัน และอ่าวไทย

จากผลการสำรวจชนิดปลากะตักจากแหล่งจับทะเลฝั่งอันดามันและอ่าวไทย ทั้ง 5 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดภูเก็ต สตูล ชุมพร สุราษฎร์ธานี และนครศรีธรรมราช ระหว่างปี พ.ศ. 2563-2565 จำนวน 128 ตัวอย่าง พบชนิดและสกุลของปลากะตักดังตารางที่ 1

- ผลการสำรวจชนิดและสกุลของปลากะตักจากทะเลฝั่งอันดามัน โดยเก็บตัวอย่างจำนวน 56 ตัวอย่าง พบชนิด - สกุล ได้แก่ *Encrasicholina divisi*, *E. heteroloba*, *E. punctifer* และ *Stolephorus indicus* โดยปลากะตักจากจังหวัดภูเก็ต พบปลาสกุล *E. divisi*, *E. heteroloba* และ *S. indicus* มีขนาดระหว่าง 2.108 - 27.400 กรัมต่อตัว ส่วนปลากะตักจากจังหวัดสตูล พบปลาสกุล *E. heteroloba*, *E. punctifer*, *E. divisi* และ *S. indicus* มีขนาดระหว่าง 2.460 - 8.280 กรัมต่อตัว

- ผลการสำรวจชนิดและสกุลของปลากะตักจากทะเลฝั่งอ่าวไทย โดยเก็บตัวอย่างจำนวน 72 ตัวอย่าง พบชนิด - สกุล ได้แก่ *E. divisi*, *E. heteroloba* และ *E. punctifer* โดยปลากะตักจากจังหวัดชุมพร พบปลาสกุล *E. divisi*, *E. punctifer* และ *E. heteroloba* มีขนาดระหว่าง 1.501 – 4.864 กรัมต่อตัว และตัวอย่างปลากะตักจากจังหวัดสุราษฎร์ธานี พบปลาสกุล *E. divisi* มีขนาดระหว่าง 2.200 – 7.357 กรัมต่อตัว รวมทั้งตัวอย่างปลากะตักจากจังหวัดนครศรีธรรมราชพบปลาสกุล *E. divisi*, *E. punctifer* และ *E. heteroloba* มีขนาดระหว่าง 4.452 – 5.556 กรัมต่อตัว ดังข้อมูลที่แสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยและค่าพิสัยของน้ำหนัก และชนิด-สกุลของปลากระดูกที่พบในแหล่งจับฝั่งทะเลอันดามัน และอ่าวไทย

ฝั่งทะเล	จังหวัด	จำนวน ตัวอย่าง	น้ำหนัก (กรัม/ตัว)		ชนิด-สกุล
			ค่าเฉลี่ยรวม $\pm$ ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน	ค่าต่ำสุด - ค่าสูงสุด	
อันดามัน	ภูเก็ต	32	5.748 $\pm$ 8.377	2.108 - 27.400	<i>E. divisi</i>
					<i>E. heteroloba</i>
					<i>S. indicus</i>
	สตูล	24	2.354 $\pm$ 3.902	2.460 - 8.280	<i>E. heteroloba</i>
					<i>E. punctifer</i>
					<i>E. divisi</i>
อ่าวไทย	ชุมพร	30	2.633 $\pm$ 1.196	1.501 - 4.864	<i>S. indicus</i>
					<i>E. heteroloba</i>
					<i>E. punctifer</i>
	สุราษฎร์ธานี	18	3.255 $\pm$ 1.713	2.200 - 7.357	<i>E. divisi</i>
					<i>E. punctifer</i>
					<i>E. heteroloba</i>
อ่าวไทย	นครศรีธรรม ราช	24	4.907 $\pm$ 0.284	4.452 - 5.556	<i>E. divisi</i>
					<i>E. punctifer</i>
					<i>E. heteroloba</i>
	ค่าเฉลี่ยรวม	72	3.508 $\pm$ 1.514	1.501 - 7.357	<i>E. divisi</i>
					<i>E. punctifer</i>
อ่าวไทย	สุราษฎร์ธานี	18	3.255 $\pm$ 1.713	2.200 - 7.357	<i>E. heteroloba</i>
					<i>E. punctifer</i>
					<i>E. divisi</i>
	ค่าเฉลี่ยรวม	72	3.508 $\pm$ 1.514	1.501 - 7.357	<i>E. punctifer</i>
					<i>E. heteroloba</i>

จากข้อมูลข้างต้นสรุปได้ว่าจากการเก็บตัวอย่างปลากระดูกในน่านน้ำฝั่งอันดามัน ได้แก่ จังหวัดภูเก็ต และจังหวัดสตูล รวมทั้งน่านน้ำฝั่งอ่าวไทย ได้แก่ จังหวัดชุมพร สุราษฎร์ธานี และจังหวัดนครศรีธรรมราช จากการเก็บตัวอย่างในปี 2563 - 2565 พบจำนวน 4 ชนิด ได้แก่ *E. divisi*, *E. heteroloba*, *E. punctifer*

และ *S. indicus* ซึ่งสอดคล้องกับผลการสำรวจของกองวิจัยและพัฒนาประมงทะเล (2559) รายงานข้อมูลกลุ่มปลากระดูกที่พบในน่านน้ำไทยทั้งสิ้นจำนวน 11 ชนิด ได้แก่ *E. devisi*, *E. heteroloba*, *E. punctifer*, *S. baganensis*, *S. chinensis*, *S. commersonnii*, *S. dubiosus*, *S. indicus*, *S. insularis*, *S. tri* และ *S. waitei* รวมทั้ง กําพล และคณะ (2553) รายงานชนิดปลากระดูกที่พบทะเลอันดามันของประเทศไทยปี 2551 ได้แก่ *E. devisi*, *E. heteroloba*, *E. punctifer*, *S. chinensis*, *S. dubiosus*, *S. indicus*, และ *S. waitei* รวมทั้งจากผลการสำรวจโดยอภิชาติ (2560) รายงานชนิดปลากระดูกที่สำรวจพบในน่านน้ำไทยมีอยู่ 10 ชนิด ได้แก่ *E. devisi*, *E. heteroloba*, *E. punctifer*, *S. brachycephalus*, *S. chinensis*, *S. dubiosus*, *S. indicus*, *S. insularis*, *S. ronquilloi* และ *S. waitei* รวมทั้งปิยะโชค และคณะ (2555) รายงานผลการศึกษการประมงปลากระดูกในอ่าวไทย ปี 2551 พบชนิดของปลากระดูกที่พบมากคือ *E. devisi*, *E. heteroloba* และ *E. punctifer*

2. การศึกษาปริมาณโลหะหนักในปลากระดูกจากแหล่งจับทะเลฝั่งอันดามัน และฝั่งอ่าวไทย

ผลการตรวจวิเคราะห์โลหะหนัก ได้แก่ แคดเมียม โปรอท และตะกั่ว ในตัวอย่างปลากระดูกและปลากระดูกต้มตากแห้งในปี พ.ศ. 2563 – 2565 จากแหล่งจังหวัดภูเก็ต ชุมพร สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช และจังหวัดสตูล จำนวนตัวอย่างทั้งสิ้น 128 ตัวอย่าง ศึกษาปริมาณโลหะหนักในปลากระดูกที่จับจากแหล่งสำคัญในทะเลภาคใต้ของไทย รวมทั้งเปรียบเทียบปริมาณที่พบกับค่าสูงสุดที่อนุญาตให้ตรวจพบได้ (Maximum level) ตามมาตรฐานที่ประเทศปลายทาง และกรมประมงกำหนด

2.1 แคดเมียม

จากผลการศึกษาปริมาณแคดเมียมในปลากระดูกบริเวณฝั่งอันดามันและอ่าวไทยในแหล่งจับภาคใต้ของไทย ได้แก่ จังหวัดภูเก็ต สตูล ชุมพร นครศรีธรรมราช และจังหวัดสุราษฎร์ธานี พบว่าปริมาณแคดเมียมจากทะเลฝั่งอันดามัน (จังหวัดภูเก็ต และจังหวัดสตูล) มีค่าอยู่ในช่วง 0 - 0.310 $\mu\text{g/g}$ มีค่าเฉลี่ย $0.083 \pm 0.093 \mu\text{g/g}$ โดยปริมาณแคดเมียมจากปลากระดูกแต่ละจังหวัด ดังนี้ ปลากระดูกจากแหล่งจับจังหวัดภูเก็ตมีปริมาณสูงถึง 0.310 $\mu\text{g/g}$ ส่วนจังหวัดสตูลพบค่าสูงสุด 0.110 $\mu\text{g/g}$ ส่วนปลากระดูกจากแหล่งจับฝั่งอ่าวไทย (จังหวัดชุมพร จังหวัดนครศรีธรรมราช และจังหวัดสุราษฎร์ธานี) มีค่าอยู่ในช่วง 0.040 - 0.670 $\mu\text{g/g}$ ค่าเฉลี่ย 0.200 ± 0.114 โดยปลากระดูกจากแหล่งจับจังหวัดชุมพรพบระดับสูงถึง 0.670 $\mu\text{g/g}$ รองลงมาได้แก่ จังหวัดนครศรีธรรมราช พบปริมาณ 0.350 $\mu\text{g/g}$ ส่วนจังหวัดสุราษฎร์ธานีพบปริมาณต่ำสุดในฝั่งอ่าวไทย โดยพบค่าสูงสุดปริมาณ 0.150 $\mu\text{g/g}$ จากผลการศึกษาปริมาณแคดเมียมดังกล่าวพบว่าฝั่งอ่าวไทยมีปริมาณแคดเมียมสูงกว่าค่าที่ตรวจพบในฝั่งอันดามันอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) โดยลำดับปริมาณสูงสุดที่พบแต่ละจังหวัดจากทั้งสองฝั่ง (ปลากระดูกสดทั้ง 5 จังหวัด) พบว่า จังหวัดชุมพรมีระดับแคดเมียมสูงที่สุด รองลงมาได้แก่ นครศรีธรรมราช ภูเก็ต สุราษฎร์ธานี และสตูล ตามลำดับ ดังข้อมูลที่แสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 จำนวนตัวอย่างปลากะตักจากทะเลฝั่งอันดามัน และแหล่งจับฝั่งอ่าวไทย ที่พบปริมาณแคดเมียมในปริมาณต่างๆ

ฝั่งทะเล	จังหวัด	จำนวนตัวอย่าง	ค่าเฉลี่ยรวม $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (ค่าพิสัย) ($\mu\text{g/g}$)	ร้อยละของตัวอย่างที่มีปริมาณแคดเมียม ($\mu\text{g/g}$) ในช่วงต่างๆ					
				<0.01	0.01-0.05	0.06-0.10	0.11-0.20	0.21-0.25	>0.25
	ภูเก็ต	32	0.128 $\pm$ 0.096 (0 – 0.310)	18.75	12.50	12.50	31.25	12.50	12.50
	สตูล	24	0.024 $\pm$ 0.043 (0 – 0.110)	75.00	0	16.67	8.33	0	0
	อันดามัน	56	0.083 $\pm$ 0.093 (0 – 0.310)	42.86	7.14	14.29	21.43	7.14	7.14
	ชุมพร	30	0.203 $\pm$ 0.128 (0.100 – 0.670)	0	0	6.67	86.66	0	6.67
	สุราษฎร์ธานี	18	0.088 $\pm$ 0.038 (0.040 – 0.150)	0	33.33	33.33	33.33	0	0
	นครศรีธรรมราช	24	0.282 $\pm$ 0.038 (0.220 – 0.350)	0	0	0	0	37.50	62.50
	อ่าวไทย	72	0.200 $\pm$ 0.114 (0.040 – 0.670)	0	8.33	11.11	44.44	12.50	23.61

หมายเหตุ: มาตรฐานสหภาพยุโรปกำหนด 0.05 $\mu\text{g/g}$

มาตรฐานสาธารณสุขประชาชนจีนกำหนด 0.30 $\mu\text{g/g}$

มาตรฐานกรมประมง (ประเทศไทย) กำหนด 0.25 $\mu\text{g/g}$

จากการศึกษาปริมาณแคดเมียมในปลากะตักสดจากแหล่งจับที่ศึกษาในครั้งนี้นพบว่า ค่าที่พบส่วนใหญ่มีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กรมประมงกำหนดคือ 0.05 $\mu\text{g/g}$ (กองตรวจสอบคุณภาพสินค้าประมง, 2565) อย่างไรก็ตาม พบแคดเมียมเกินมาตรฐานที่กำหนดไว้บางตัวอย่าง โดยพบว่า จำนวนปลากะตักจากจังหวัดชุมพร และนครศรีธรรมราชเกินมาตรฐานร้อยละ 100 ของจำนวนตัวอย่างที่ศึกษา รองลงมา ได้แก่ จังหวัดภูเก็ต สุราษฎร์ธานี และจังหวัดสตูล พบจำนวนปลากะตักที่มีปริมาณแคดเมียมเกินมาตรฐานร้อยละ 68.75, 66.67 และร้อยละ 25 ตามลำดับ

จากผลการศึกษาของสมชาย และคณะ, 2551 ตรวจวิเคราะห์ค่าแคดเมียมในปลาผิวน้ำ ได้แก่ ปลาทุ ปลาลัง ปลาหูแชก ปลาโอเกลบ และปลาหลังเขียวจากเรืออวนล้อมจับปี พ.ศ. 2546-2548 จากแหล่ง อ่าวไทยตอนกลาง อ่าวไทยตอนล่าง และฝั่งอันดามัน พบว่าแหล่งอ่าวไทยตอนกลาง ปลาโอเกลบมีค่าสูงสุด $0.578 \pm 0.243 \mu\text{g/g}$ แหล่งอ่าวไทยตอนล่าง ปลาหลังเขียวมีค่าสูงสุด $0.153 \pm 0.099 \mu\text{g/g}$ และฝั่งอันดามัน ปลาหลังเขียวมีค่าสูงสุด $0.160 \pm 0.224 \mu\text{g/g}$ และจากผลการสำรวจของพัชริมา, 2552 พบว่าปลาจากแหล่ง อันดามันมีแคดเมียมปนเปื้อนเฉลี่ย $0.017 \pm 0.008 \mu\text{g/g}$ (น้ำหนักเปียก) รวมทั้ง ผลการสำรวจของรัชดา และ คณะ, 2557 โดยเก็บตัวอย่างปลาทั้งหมด 16 ชนิด 175 ตัวอย่าง พบปลาลังมีปริมาณแคดเมียมสูงสุด $0.031 \mu\text{g/g}$ จากข้อมูลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าปริมาณแคดเมียมในตัวอย่างปลากะตักจากแหล่งทะเลทั้งฝั่งอันดามัน และอ่าวไทยในช่วงปี พ.ศ. 2563 - 2565 พบปริมาณแคดเมียมสูงขึ้นเมื่อเทียบกับปริมาณแคดเมียมในตัวอย่าง ปลาผิวน้ำที่มีขนาดใหญ่กว่าปลากะตักการสำรวจในปี พ.ศ. 2546 - 2557 ซึ่งเป็นไปได้ว่า ปลาผิวน้ำขนาดใหญ่ในทะเลฝั่งอ่าวไทยและอันดามันในปัจจุบันอาจมีปริมาณแคดเมียมที่สูงขึ้นจากปี พ.ศ. 2546 - 2557 เช่นเดียวกันกับปลากะตัก เนื่องจากปลาขนาดใหญ่มีโอกาสสะสมโลหะหนักสูงกว่าปลากะตักที่เป็นปลาผิวน้ำ ขนาดเล็ก ซึ่งปลาขนาดใหญ่มักเป็นปลาผู้ล่า และอายุยืนกว่าปลาขนาดเล็ก ทำให้มีการรับแคดเมียมมากและ นาน ทั้งจากน้ำทะเลโดยตรงผ่านทางเหงือก (Sadik, 1992) และสะสมผ่านการกินอาหาร (Chi *et al.*, 2007)

2.2 พรอท

จากผลการศึกษาปริมาณพรอทในปลากะตักบริเวณฝั่งอันดามันและอ่าวไทยในแหล่งจับภาคใต้ของ ไทย ได้แก่ จังหวัดภูเก็ต สตูล ชุมพร นครศรีธรรมราช และจังหวัดสุราษฎร์ธานี พบว่าปริมาณพรอทจากทะเล ฝั่งอันดามัน (จังหวัดภูเก็ต และจังหวัดสตูล) มีค่าอยู่ในช่วง $0-0.270 \mu\text{g/g}$ ค่าเฉลี่ย 0.035 ± 0.068 โดยปลา กะตักจากแหล่งจับจังหวัดสตูลมีปริมาณสูงถึง $0.270 \mu\text{g/g}$ ส่วนจังหวัดภูเก็ตพบค่าสูงสุด $0.100 \mu\text{g/g}$ ส่วนปลา กะตักจากแหล่งจับฝั่งอ่าวไทย (จังหวัดชุมพร นครศรีธรรมราช และจังหวัดสุราษฎร์ธานี) มีค่าอยู่ในช่วง $0-0.070 \mu\text{g/g}$ ค่าเฉลี่ย 0.014 ± 0.013 โดยปลากะตักจากแหล่งจับจังหวัดนครศรีธรรมราชพบระดับสูงถึง $0.070 \mu\text{g/g}$ รองลงมาได้แก่จังหวัดชุมพร พบปริมาณ $0.030 \mu\text{g/g}$ ส่วนจังหวัดสุราษฎร์ธานีพบปริมาณต่ำสุด ในฝั่งอ่าวไทย โดยพบค่าสูงสุดปริมาณ $0.020 \mu\text{g/g}$ จากผลการศึกษาปริมาณพรอทดังกล่าวพบว่าฝั่งอันดามันมี ปริมาณพรอทสูงกว่าค่าที่ตรวจพบในฝั่งอ่าวไทยอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยลำดับปริมาณสูงสุด ที่พบแต่ละจังหวัดจากทั้งสองฝั่ง (ปลากะตักสดทั้ง 5 จังหวัด) พบว่า จังหวัดสตูลมีระดับพรอทสูงสุด รองลงมา ได้แก่จังหวัดภูเก็ต นครศรีธรรมราช ชุมพร และจังหวัดสุราษฎร์ธานี ตามลำดับ ดังข้อมูลที่แสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 จำนวนตัวอย่างปลากระดูกจากทะเลฝั่งอันดามัน และแหล่งจับฝั่งอ่าวไทย ที่พบปริมาณปรอทในปริมาณต่างๆ

ฝั่งทะเล	จังหวัด	จำนวนตัวอย่าง	ค่าเฉลี่ยรวม $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (ค่าพิสัย) ($\mu\text{g/g}$)	ร้อยละของตัวอย่างที่มีปริมาณปรอท ($\mu\text{g/g}$) ในช่วงต่างๆ					
				<0.10	0.10-0.20	0.21-0.30	0.31-0.40	0.41-0.50	>0.50
	ภูเก็ต	32	0.015 $\pm$ 0.023 (0 – 0.100)	96.88	3.13	0	0	0	0
	สตูล	24	0.063 $\pm$ 0.095 (0 – 0.270)	66.67	16.67	16.67	0	0	0
อันดามัน		56	0.035 $\pm$ 0.068 (0 – 0.270)	83.93	8.93	7.14	0	0	0
	ชุมพร	30	0.008 $\pm$ 0.011 (0 – 0.030)	100	0	0	0	0	0
	สุราษฎร์ธานี	18	0.013 $\pm$ 0.010 (0 – 0.020)	100	0	0	0	0	0
	นครศรีธรรมราช	24	0.022 $\pm$ 0.013 (0 – 0.070)	100	0	0	0	0	0
อ่าวไทย		72	0.014 $\pm$ 0.013 (0 – 0.070)	100	0	0	0	0	0

หมายเหตุ: มาตรฐานสหภาพยุโรป สาธารณรัฐประชาชนจีน และมาตรฐานกรมประมง (ประเทศไทย) กำหนด 0.50 $\mu\text{g/g}$

จากการศึกษาปริมาณปรอทในปลากระดูกสดจากแหล่งจับที่ต้องการในครั้งนี้พบว่า ค่าที่พบทุกตัวอย่างอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด 0.50 $\mu\text{g/g}$ ซึ่งอ้างอิงตามมาตรฐานของปลาทะเลแซ่เยือกแข็งเนื่องจากไม่มีมาตรฐานเฉพาะสำหรับปลากระดูกสด (กองตรวจสอบคุณภาพสินค้าประมง, 2565) จากผลการศึกษาดังกล่าวสอดคล้องกับผลการศึกษาของสมชาย และคณะ, 2551 ตรวจวิเคราะห์ค่าปรอทในตัวอย่างปลาหู ปลาลัง ปลาทูแขก ปลาโอเกลบ และปลาหลังเขียวจากเรืออวนล้อมจับปี พ.ศ. 2546-2548 จากแหล่งอ่าวไทย และฝั่งอันดามัน พบว่าแหล่งอ่าวไทย ปลาหลังเขียวมีค่าสูงสุด 0.046 $\pm$ 0.049 $\mu\text{g/g}$ รองลงมาพบในปลาโอเกลบ ปลาทูแขก ปลาทู และปลาลัง มีค่า 0.027 $\pm$ 0.033 0.025 $\pm$ 0.041 0.020 $\pm$ 0.035 และ 0.011 $\pm$ 0.009 $\mu\text{g/g}$ ตามลำดับ และฝั่งอันดามันพบปลาทุกชนิดมีค่าต่ำกว่า 0.050 $\mu\text{g/g}$ ซึ่งเป็นค่าที่ต่ำกว่าค่าวิเคราะห์ที่เครื่อง

วิเคราะห์ปรอทจะตรวจวัดได้ รวมทั้งจากผลการปริมาณปรอทที่สะสมในปลาที่ได้จากเครื่องมืออวนลากในทะเลอันดามันพบว่าระดับปรอทส่วนใหญ่ยังอยู่ในเกณฑ์ที่ Codex Alimentarius Commission (2005) และมาตรฐานสหภาพยุโรปไม่เกิน 0.5 ไมโครกรัมต่อกรัม ในปลาทั่วไป (จิณณธรรม, 2550) รวมทั้งจากรายงานของ พัชริมา (2552) ซึ่งศึกษาระดับการปนเปื้อนของปรอทในเนื้อปลาจากทะเลอันดามัน พบไม่เกิน 0.50 $\mu\text{g/g}$

2.3 ตะกั่ว

จากผลการศึกษาปริมาณตะกั่วในปลากระดูกบริเวณฝั่งอันดามันและอ่าวไทยในแหล่งจับภาคใต้ของไทย ได้แก่ จังหวัดภูเก็ต สตูล ชุมพร นครศรีธรรมราช และจังหวัดสุราษฎร์ธานี พบว่าปริมาณตะกั่วจากทะเลฝั่งอันดามัน มีค่าอยู่ในช่วง 0-0.530 $\mu\text{g/g}$ ค่าเฉลี่ย 0.072 ± 0.124 โดยปลากระดูกจากแหล่งจับจังหวัดสตูลมีปริมาณสูงถึง 0.530 $\mu\text{g/g}$ ส่วนจังหวัดภูเก็ตพบค่าสูงสุด 0.170 $\mu\text{g/g}$ ส่วนปลากระดูกจากแหล่งจับฝั่งอ่าวไทย มีค่าอยู่ในช่วง 0-0.420 $\mu\text{g/g}$ ค่าเฉลี่ย 0.051 ± 0.086 โดยปลากระดูกจากแหล่งจับจังหวัดสุราษฎร์ธานีพบระดับสูงถึง 0.420 $\mu\text{g/g}$ รองลงมาได้แก่จังหวัดชุมพร พบปริมาณ 0.270 $\mu\text{g/g}$ ส่วนจังหวัดนครศรีธรรมราชพบปริมาณต่ำสุดในฝั่งอ่าวไทย โดยพบค่าสูงสุดปริมาณ 0.070 $\mu\text{g/g}$ จากผลการศึกษาปริมาณตะกั่วดังกล่าวพบว่า ฝั่งอันดามันมีปริมาณตะกั่วสูงกว่าค่าที่ตรวจพบในฝั่งอ่าวไทยอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) โดยลำดับปริมาณสูงสุดที่พบแต่ละจังหวัดจากทั้งสองฝั่ง (ปลากระดูกสดทั้ง 5 จังหวัด) พบว่า จังหวัดสตูลมีระดับตะกั่วสูงที่สุด รองลงมาได้แก่จังหวัดสุราษฎร์ธานี ชุมพร ภูเก็ต และจังหวัดนครศรีธรรมราช ตามลำดับ ดังข้อมูลที่แสดงในตารางที่ 4

จากการศึกษาปริมาณตะกั่วในปลากระดูกสดจากแหล่งจับทั้ง 2 ฝั่งทะเลภาคใต้ของไทย พบว่าค่าที่พบมีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด 0.30 $\mu\text{g/g}$ ซึ่งอ้างอิงตามมาตรฐานของกรมประมง (กองตรวจสอบคุณภาพสินค้าประมง, 2565) อย่างไรก็ตาม ปลากระดูกสดจากแหล่งจังหวัดสตูล และสุราษฎร์ธานี พบตะกั่วเกินมาตรฐานที่กำหนดไว้บางตัวอย่าง โดยปลากระดูกจากจังหวัดสตูล เกินมาตรฐานร้อยละ 16.67 ของจำนวนตัวอย่างที่ศึกษา และจังหวัดสุราษฎร์ธานี พบจำนวนปลากระดูกที่มีปริมาณตะกั่วเกินมาตรฐานร้อยละ 11.11

จากผลวิเคราะห์ดังกล่าวสอดคล้องกับผลการศึกษาของสมชาย และคณะ, 2551 ตรวจวิเคราะห์ปริมาณตะกั่วในตัวอย่างปลาหู ปลาลัง ปลาหูแขก ปลาโอเกลบ และปลาหลังเขียวจากเรืออวนล้อมจับปี พ.ศ. 2546-2548 จากแหล่งอ่าวไทยตอนกลาง อ่าวไทยตอนล่าง และฝั่งอันดามัน พบว่าแหล่งอ่าวไทยตอนกลาง ปลาโอเกลบมีค่าสูงสุด $0.446 \pm 0.171 \mu\text{g/g}$ แหล่งอ่าวไทยตอนล่าง ปลาโอเกลบมีค่าสูงสุด $0.162 \pm 0.153 \mu\text{g/g}$ และฝั่งอันดามัน ปลาหลังเขียวมีค่าสูงสุด $0.099 \pm 0.066 \mu\text{g/g}$ รวมทั้งจากผลการสำรวจของรัชดา และคณะ (2557) พบว่าตัวอย่างปลาทะเลจากอ่าวไทยและอันดามัน ซึ่งเป็นปลาเศรษฐกิจ 16 ชนิด ได้แก่ ปลากระบอก ปลาหูแขก ปลาเก๋า ปลากระพงแดง ปลากระพงขาว ปลาทูแดง ปลาน้ำดอกไม้ ปลาจาระเม็ดดำ ปลาหู ปลาลัง ปลาสำลี ปลาสิ่กุน ปลาหางแข็ง ปลาจักรผาน ปลาหมนาง และปลาโอ จำนวน 175 ตัวอย่าง

พบว่าปริมาณตะกั่ว ไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานทุกตัวอย่าง (ไม่เกิน 1 mg/kg) โดยพบค่าสูงสุดในตัวอย่างปลาหู
แขกค่าสูงสุด 0.046 mg/kg

ตารางที่ 4 จำนวนตัวอย่างปลาเกะตักจากทะเลฝั่งอันดามัน และแหล่งจับฝั่งอ่าวไทย ที่พบปริมาณตะกั่วใน
ปริมาณต่างๆ

ฝั่งทะเล	จังหวัด	จำนวน ตัวอย่าง	ค่าเฉลี่ยรวม $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน (ค่าพิสัย) ($\mu\text{g/g}$)	ร้อยละของตัวอย่างที่มีปริมาณ ตะกั่ว ($\mu\text{g/g}$) ในช่วงต่างๆ				
				<0.01	0.01- 0.10	0.11- 0.20	0.21- 0.30	>0.30
	ภูเก็ต	32	0.033 $\pm$ 0.056 (0 – 0.170)	68.75	12.50	18.75	0	0
	สตูล	24	0.124 $\pm$ 0.167 (0 – 0.530)	45.84	20.83	8.33	8.33	16.67
	อันดามัน	56	0.072 $\pm$ 0.124 (0 – 0.530)	58.93	16.07	14.29	3.57	7.14
	ชุมพร	30	0.058 $\pm$ 0.068 (0 – 0.270)	36.67	50.00	6.67	6.67	0
	สุราษฎร์ธานี	18	0.082 $\pm$ 0.139 (0 – 0.420)	66.67	5.56	5.56	11.11	11.11
	นครศรีธรรม ราช	24	0.020 $\pm$ 0.029 (0 – 0.070)	66.67	33.33	0	0	0
	อ่าวไทย	72	0.051 $\pm$ 0.086 (0 – 0.420)	54.17	33.33	4.17	5.56	2.78

หมายเหตุ: สาธารณรัฐประชาชนจีนกำหนด 1.00 $\mu\text{g/g}$

มาตรฐานสหภาพยุโรป และมาตรฐานกรมประมง (ประเทศไทย) กำหนด 0.30 $\mu\text{g/g}$

3. การศึกษาปริมาณโลหะหนักในปลากะตักต้มตากแห้ง จากแหล่งจับทะเลฝั่งอันดามัน และฝั่งอ่าวไทย

ผลการตรวจวิเคราะห์โลหะหนัก ได้แก่ แคดเมียม โปรท และตะกั่ว ในตัวอย่างปลากะตักต้มตากแห้งจากร้านในพื้นที่ 5 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดภูเก็ต สตูล ชุมพร สุราษฎร์ธานี และนครศรีธรรมราช จังหวัดละ 2 ร้าน ร้านละ 2-3 ตัวอย่าง รวมทั้งสิ้นจำนวน 32 ตัวอย่าง เพื่อศึกษาปริมาณโลหะ รวมทั้งเปรียบเทียบปริมาณที่พบกับค่าสูงสุดที่อนุญาตให้ตรวจพบได้ (Maximum level) ตามมาตรฐานที่ประเทศปลายทางกำหนด

3.1 แคดเมียม

จากผลการศึกษาปริมาณแคดเมียมในปลากะตักต้มตากแห้งจากทะเลฝั่งอันดามันและอ่าวไทยในแหล่งจับภาคใต้ของไทย ได้แก่ จังหวัดภูเก็ต สตูล ชุมพร นครศรีธรรมราช และจังหวัดสุราษฎร์ธานี พบว่าปริมาณแคดเมียมจากทะเลฝั่งอันดามัน (จังหวัดภูเก็ต และจังหวัดสตูล) มีค่าอยู่ในช่วง 0.150 – 0.280 $\mu\text{g/g}$ มีค่าเฉลี่ย $0.228 \pm 0.048 \mu\text{g/g}$ ส่วนปลากะตักจากแหล่งจับฝั่งอ่าวไทย (จังหวัดชุมพร จังหวัดนครศรีธรรมราช และจังหวัดสุราษฎร์ธานี) มีค่าอยู่ในช่วง 0.160 – 0.340 $\mu\text{g/g}$ ค่าเฉลี่ย $0.279 \pm 0.052 \mu\text{g/g}$ โดยลำดับปริมาณสูงสุดที่พบแต่ละจังหวัดจากทั้งสองฝั่ง (ปลากะตักสดทั้ง 5 จังหวัด) พบว่า จังหวัดสุราษฎร์ธานีมีระดับแคดเมียมสูงที่สุด รองลงมาได้แก่ชุมพร นครศรีธรรมราช สตูล และภูเก็ต ตามลำดับ ดังข้อมูลที่แสดงในตารางที่ 5

ผลการศึกษาปริมาณแคดเมียมในผลิตภัณฑ์ปลากะตักต้มตากแห้งจากแหล่งจับทั้ง 5 จังหวัดดังกล่าวพบมีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด 0.25 $\mu\text{g/g}$ ซึ่งอ้างอิงตามมาตรฐานของผลิตภัณฑ์ปลาแห้ง (กองตรวจสอบคุณภาพสินค้าประมง, 2565) อย่างไรก็ตาม ผลิตภัณฑ์ปลากะตักบางส่วนพบแคดเมียมเกินมาตรฐานที่กำหนดไว้ โดยพบว่า จำนวนปลากะตักจากจังหวัดชุมพร และภูเก็ต สูงกว่า 0.25 $\mu\text{g/g}$ ซึ่งเกินมาตรฐานร้อยละ 100 ของจำนวนตัวอย่างที่ศึกษา รองลงมาได้แก่ จังหวัดนครศรีธรรมราช สุราษฎร์ธานี และจังหวัดสตูล พบจำนวนปลากะตักที่มีปริมาณแคดเมียมเกินมาตรฐานร้อยละ 66.67, 33.33 และร้อยละ 16.67 ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลผลการตรวจวิเคราะห์แคดเมียมในผลิตภัณฑ์ปลากะตักแห้งส่งออก ปี พ.ศ. 2563-2565 ของกองตรวจสอบคุณภาพสินค้าประมง พบมีค่าต่ำสุดคือ ไม่พบ และค่าสูงสุดพบปริมาณ 0.722 $\mu\text{g/g}$ โดยมีค่าเฉลี่ย $0.045 \pm 0.084 \mu\text{g/g}$ โดยพบเกินมาตรฐานที่กรมประมงและประเทศปลายทางกำหนดจำนวน 5 ตัวอย่างจากจำนวนทั้งสิ้น 176 ตัวอย่าง

ตารางที่ 5 ร้อยละของตัวอย่างปลากะตักต้มตากแห้งจากทะเลฝั่งอันดามัน และฝั่งอ่าวไทยที่พบแคดเมียมปริมาณต่างๆ

ฝั่งทะเล	จังหวัด	จำนวน ตัวอย่าง	ความชื้น (ร้อยละ)	ค่าเฉลี่ยรวม $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (ค่าพิสัย) ($\mu\text{g/g}$)	ร้อยละของตัวอย่างที่มีปริมาณ แคดเมียม ($\mu\text{g/g}$) ในช่วงต่างๆ					
					<0.01	0.01-0.05	0.06-0.10	0.11-0.20	0.21-0.25	>0.25
	ภูเก็ต	6	32.768 $\pm$ 4.044	0.263 $\pm$ 0.010 (0.250 – 0.270)	0	0	0	0	0	100
	สตูล	6	34.420 $\pm$ 2.302	0.193 $\pm$ 0.045 (0.150 – 0.280)	0	0	0	83.33	0	16.67
	อันดามัน	12	33.594 $\pm$ 3.327	0.228 $\pm$ 0.048 (0.150 – 0.280)	0	0	0	41.67	0	58.33
	ชุมพร	8	26.811 $\pm$ 2.944	0.304 $\pm$ 0.023 (0.260 – 0.340)	0	0	0	0	0	100
	สุราษฎร์ธานี	6	25.383 $\pm$ 1.861	0.203 $\pm$ 0.128 (0.100 – 0.670)	0	0	0	50.00	16.67	33.33
	นครศรีธรรมราช	6	36.360 $\pm$ 1.146	0.287 $\pm$ 0.040 (0.240 – 0.330)	0	0	0	0	33.33	66.67
	อ่าวไทย	20	28.004 $\pm$ 4.580	0.279 $\pm$ 0.052 (0.160 – 0.340)	0	0	0	15.00	15.00	75.00

หมายเหตุ: สาธารณรัฐประชาชนจีนกำหนดค่ามาตรฐาน 0.3 $\mu\text{g/g}$, สหภาพยุโรป (EU) กำหนดค่ามาตรฐาน 0.05 $\mu\text{g/g}$ และกรมประมงกำหนดค่ามาตรฐาน 0.25 $\mu\text{g/g}$

3.2 พรอท

จากผลการศึกษาปริมาณพรอทในปลากระดูกดำตากแห้งจากทะเลฝั่งอันดามันและอ่าวไทยในแหล่งจับภาคใต้ของไทย ได้แก่ จังหวัดภูเก็ต สตูล ชุมพร นครศรีธรรมราช และจังหวัดสุราษฎร์ธานี พบว่าปริมาณพรอทจากทะเลฝั่งอันดามัน (จังหวัดภูเก็ต และจังหวัดสตูล) มีค่าอยู่ในช่วง $0 - 0.030 \mu\text{g/g}$ มีค่าเฉลี่ย $0.009 \pm 0.012 \mu\text{g/g}$ ส่วนปลากระดูกดำจากแหล่งจับฝั่งอ่าวไทย (จังหวัดชุมพร จังหวัดนครศรีธรรมราช และจังหวัดสุราษฎร์ธานี) มีค่าอยู่ในช่วง $0 - 0.040 \mu\text{g/g}$ ค่าเฉลี่ย $0.011 \pm 0.013 \mu\text{g/g}$ ดังข้อมูลที่แสดงในตารางที่ 6

จากผลการศึกษาปริมาณพรอทในผลิตภัณฑ์ปลากระดูกดำตากแห้งจากแหล่งจับทั้ง 5 จังหวัดดังกล่าวพบมีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด $0.50 \mu\text{g/g}$ ซึ่งอ้างอิงตามมาตรฐานของผลิตภัณฑ์ปลาแห้ง (กองตรวจสอบคุณภาพสินค้าประมง, 2565) สอดคล้องกับผลการศึกษาของวรรณวิภา และคณะ (2549) ศึกษาปริมาณพรอทในปลากระดูกดำตากแห้งส่งออกมีปริมาณเฉลี่ย 0.08 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และไม่พบปริมาณพรอทสูงเกินมาตรฐาน รวมทั้งสอดคล้องกับข้อมูลผลการตรวจวิเคราะห์พรอทในผลิตภัณฑ์ปลากระดูกดำตากแห้งส่งออก ปี พ.ศ. 2563-2565 ของกองตรวจสอบคุณภาพสินค้าประมง ค่าต่ำสุดคือ ไม่พบ และค่าสูงสุดพบปริมาณ $0.160 \mu\text{g/g}$ โดยมีค่าเฉลี่ย $0.025 \pm 0.022 \mu\text{g/g}$ ซึ่งผ่านตามเกณฑ์มาตรฐานที่กรมประมงและประเทศปลายทางกำหนดทุกตัวอย่าง

3.3 ตะกั่ว

จากผลการศึกษาปริมาณตะกั่วในปลากระดูกดำตากแห้งจากทะเลฝั่งอันดามันและอ่าวไทยในแหล่งจับภาคใต้ของไทย ได้แก่ จังหวัดภูเก็ต สตูล ชุมพร นครศรีธรรมราช และจังหวัดสุราษฎร์ธานี พบว่าปริมาณแคดเมียมจากทะเลฝั่งอันดามัน (จังหวัดภูเก็ต และจังหวัดสตูล) มีค่าอยู่ในช่วง $0 - 0.570 \mu\text{g/g}$ มีค่าเฉลี่ย $0.076 \pm 0.160 \mu\text{g/g}$ ส่วนปลากระดูกดำจากแหล่งจับฝั่งอ่าวไทย (จังหวัดชุมพร จังหวัดนครศรีธรรมราช และจังหวัดสุราษฎร์ธานี) มีค่าอยู่ในช่วง $0 - 0.250 \mu\text{g/g}$ ค่าเฉลี่ย $0.058 \pm 0.063 \mu\text{g/g}$ โดยลำดับปริมาณสูงสุดที่พบแต่ละจังหวัดจากทั้งสองฝั่ง (ปลากระดูกดำทั้ง 5 จังหวัด) พบว่า จังหวัดภูเก็ตมีระดับตะกั่วสูงที่สุด รองลงมาได้แก่ นครศรีธรรมราช ชุมพร สุราษฎร์ธานี และสตูล ตามลำดับ ดังข้อมูลที่แสดงในตารางที่ 7

ผลการศึกษาปริมาณแคดเมียมในผลิตภัณฑ์ปลากระดูกดำตากแห้งจากแหล่งจับทั้ง 5 จังหวัดดังกล่าวพบมีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด $0.30 \mu\text{g/g}$ ซึ่งอ้างอิงตามมาตรฐานของผลิตภัณฑ์ปลาแห้ง (กองตรวจสอบคุณภาพสินค้าประมง, 2565) โดยมีเพียงผลิตภัณฑ์ปลากระดูกดำจากแหล่งจังหวัดภูเก็ต พบตะกั่วเกินมาตรฐานที่กำหนดไว้ร้อยละ 16.67 ของจำนวนตัวอย่างที่ศึกษา สอดคล้องกับข้อมูลผลการตรวจวิเคราะห์ตะกั่วในผลิตภัณฑ์ปลากระดูกดำตากแห้งส่งออก ปี พ.ศ. 2563-2565 ของกองตรวจสอบคุณภาพสินค้าประมง ค่าต่ำสุดคือ ไม่พบ และค่าสูงสุดพบปริมาณ $0.367 \mu\text{g/g}$ โดยมีค่าเฉลี่ย $0.084 \pm 0.045 \mu\text{g/g}$ โดยพบเกินมาตรฐานที่กรมประมงและประเทศปลายทางกำหนดจำนวน 1 ตัวอย่างจากจำนวนทั้งสิ้น 189 ตัวอย่าง

ตารางที่ 6 ร้อยละของตัวอย่างปลากะตักตมตากแห้งจากทะเลฝั่งอันดามัน และฝั่งอ่าวไทยที่พบปรอทปริมาณต่างๆ

ฝั่งทะเล	จังหวัด	จำนวน ตัวอย่าง	ความชื้น (ร้อยละ)	ค่าเฉลี่ยรวม± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (ค่าพิสัย) (µg/g)	ร้อยละของตัวอย่างที่มีปริมาณ ปรอท (µg/g) ในช่วงต่างๆ					
					<0.10	0.10-0.20	0.21-0.30	0.31-0.40	0.41-0.50	>0.50
	ภูเก็ต	6	32.768 ±4.044	0.000 ±0.000 (0.000 – 0.000)	100	0	0	0	0	0
	สตูล	6	34.420 ±2.302	0.018 ±0.010 (0.000 – 0.030)	100	0	0	0	0	0
	อันดามัน	12	33.594 ±3.327	0.009 ±0.012 (0 – 0.030)	100	0	0	0	0	0
	ชุมพร	9	26.811 ±2.944	0.010 ±0.011 (0.000– 0.020)	100	0	0	0	0	0
	สุราษฎร์ธานี	6	25.383 ±1.861	0.017 ±0.019 (0.000 – 0.040)	100	0	0	0	0	0
	นครศรีธรรมราช	6	36.360 ±1.146	0.007 ±0.010 (0.000 – 0.020)	100	0	0	0	0	0
	อ่าวไทย	21	28.004 ±4.580	0.011 ±0.013 (0 – 0.040)	100	0	0	0	0	0

หมายเหตุ: สาธารณรัฐประชาชนจีน สหภาพยุโรป (EU) และกรมประมงกำหนดมาตรฐาน 0.50 µg/g

ตารางที่ 7 ร้อยละของตัวอย่างปลากะตักตมตากแห้งจากทะเลฝั่งอันดามัน และฝั่งอ่าวไทย ที่พบตะกั่วปริมาณต่างๆ

ฝั่งทะเล	จังหวัด	จำนวน ตัวอย่าง	ความชื้น (ร้อยละ)	ค่าเฉลี่ยรวม (ค่าพิสัย) ($\mu\text{g/g}$)	ร้อยละของตัวอย่างที่มีปริมาณ ตะกั่ว ($\mu\text{g/g}$) ในช่วงต่างๆ				
					<0.01	0.01-0.10	0.11-0.20	0.21-0.30	>0.30
ภูเก็ต		6	32.768 $\pm$ 4.044	0.140 $\pm$ 0.214 (0.000 – 0.570)	16.67	50.00	16.67	0	16.67
สตูล		6	34.420 $\pm$ 2.302	0.012 $\pm$ 0.029 (0.000 – 0.070)	83.33	16.67	0	0	0
อันดามัน		12	33.594 $\pm$ 3.327	0.076 $\pm$ 0.160 (0.000 – 0.570)	50.00	33.33	8.33	0	8.33
ชุมพร		9	26.811 $\pm$ 2.944	0.023 $\pm$ 0.045 (0.000 – 0.120)	88.89	11.11	0	0	0
สุราษฎร์ธานี		6	25.383 $\pm$ 1.861	0.053 $\pm$ 0.029 (0.000 – 0.080)	16.67	83.33	0	0	0
นครศรีธรรมราช		6	36.360 $\pm$ 1.146	0.108 $\pm$ 0.081 (0.030 – 0.250)	0	66.67	16.67	16.67	0
อ่าวไทย		21	28.004 $\pm$ 4.580	0.058 $\pm$ 0.063 (0.000 – 0.250)	42.86	47.62	4.76	4.76	0

หมายเหตุ: สาธารณรัฐประชาชนจีนกำหนดค่ามาตรฐาน 1.00 $\mu\text{g/g}$, สหภาพยุโรป (EU) และกรมประมงกำหนดค่ามาตรฐาน 0.30 $\mu\text{g/g}$

สรุปผลการศึกษา

1. ผลการสำรวจชนิดและสกุลของปลากระดูกจากทะเลฝั่งอันดามัน ระหว่างปี 2563 – 2565 จากทำเทียบเรือจังหวัดภูเก็ต พบปลาในสกุล *E. divisi*, *E. heteroloba* และ *Stolephorus indicus* ส่วนตัวอย่างปลากระดูกจากทำเทียบเรือจังหวัดสตูล พบปลาสกุล *E. heteroloba*, *E. punctifer*, *E. divisi* และ *S. indicus* ส่วนปลากระดูกจากทะเลฝั่งอ่าวไทย จากทำเทียบเรือจังหวัดชุมพร พบปลาสกุล *E. divisi*, *E. punctifer* และ *E. heteroloba* จังหวัดสุราษฎร์ธานี พบปลาสกุล *E. divisi* รวมทั้ง จังหวัดนครศรีธรรมราช พบปลาสกุล *E. divisi*, *E. punctifer* และ *E. heteroloba*

2. ปริมาณโลหะหนักในปลากระดูกจากทะเลฝั่งอันดามันและอ่าวไทย พบปริมาณแคดเมียมในปลากระดูกจากทะเลฝั่งอ่าวไทยสูงกว่าฝั่งอันดามัน โดยพบค่าแคดเมียมสูงสุด 0.670 µg/g นอกจากนี้พบปริมาณปรอทจากทะเลฝั่งอันดามันสูงกว่าฝั่งอ่าวไทย โดยพบปริมาณสูงสุด 0.270 µg/g เช่นเดียวกันกับปริมาณตะกั่วจากทะเลฝั่งอันดามันพบสูงกว่าฝั่งอ่าวไทย โดยพบปริมาณสูงสุด 0.530 µg/g

3. ปริมาณโลหะหนักในปลากระดูกต้มตากแห้งจากทะเลฝั่งอันดามันและอ่าวไทย พบปริมาณแคดเมียมจากทะเลฝั่งอ่าวไทยสูงกว่าฝั่งอันดามัน โดยพบปริมาณสูงสุด 0.670 µg/g เช่นเดียวกับปริมาณปรอทจากทะเลฝั่งอ่าวไทยพบปริมาณสูงกว่าฝั่งอันดามัน โดยพบปริมาณสูงสุด 0.040 µg/g ส่วนปริมาณตะกั่วจากทะเลฝั่งอันดามันพบสูงกว่าฝั่งอ่าวไทย โดยพบปริมาณสูงสุด 0.570 µg/g

คำขอบคุณ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณผู้ประกอบการทำเทียบเรือประมง และเรือประมงในพื้นที่จังหวัดภูเก็ต ชุมพร สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช และจังหวัดสตูล ที่อนุเคราะห์สถานที่ในการสำรวจและเก็บตัวอย่าง และเจ้าหน้าที่ฝ่ายวิเคราะห์ทางเคมี ฝ่ายตรวจรับรองโรงงาน และเจ้าหน้าที่ศูนย์วิจัยและตรวจสอบคุณภาพสินค้าประมงสุราษฎร์ธานีทุกท่านที่ได้เสียสละ และอุทิศเวลาให้ความร่วมมือในการดำเนินการวิจัยครั้งนี้ และขอขอบคุณคณะกรรมการวิชาการกองตรวจสอบคุณภาพสินค้าประมง และศูนย์วิจัยและตรวจสอบคุณภาพสินค้าประมงสุราษฎร์ธานี ที่เสียสละเวลาพิจารณาผลงานวิจัย ให้คำชี้แนะ และปรับปรุงผลการให้มีความถูกต้องสมบูรณ์ เพื่อประโยชน์ต่อผู้วิจัย และผู้ใช้ประโยชน์จากผลงานวิจัยฉบับนี้ต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- กรมประมง. 2563. สถิติการประมงแห่งประเทศไทย พ.ศ. 2561. เอกสารฉบับที่ 10/2563. กองนโยบายและแผนพัฒนาการประมง, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 92 หน้า.
- กระทรวงสาธารณสุข. 2563. เรื่องมาตรฐานอาหารที่มีสารปนเปื้อน. ประกาศกระทรวงสาธารณสุข, ฉบับที่ 414 (พ.ศ. 2563) ลงวันที่ 20 มีนาคม 2563. กระทรวงสาธารณสุข. 18 หน้า
- กองตรวจสอบคุณภาพสินค้าประมง. 2565. มาตรฐานผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำทางเคมีสำหรับสินค้าสิทธิพิเศษ Traditional Fishery Product. กองตรวจสอบคุณภาพสินค้าประมง. 5 หน้า.
- กองตรวจสอบคุณภาพสินค้าประมง. 2558. ผลตรวจวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักในผลิตภัณฑ์ประมง. กองตรวจสอบคุณภาพสินค้าประมง, กรมประมง.
- กองวิจัยและพัฒนาประมงทะเล. 2559. ข้อมูลปลากะตักที่พบในน่านน้ำไทย. กองวิจัยและพัฒนาประมงทะเล, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 1 หน้า.
- กำพล ลอยขึ้น, ประพัทธ์ แก้วมณี, ชลิต สง่างาม, และ เฉลิมชาติ อรุณโรจน์ประไพ. 2553. การประมงปลากะตักทางฝั่งอันดามันของประเทศไทย. เอกสารวิชาการฉบับที่ 15/2553. สำนักวิจัยและพัฒนาประมงทะเล, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 38 หน้า.
- จิณธรรม หารเทา. 2552. ระดับของปรอทที่ปนเปื้อนในทรัพยากรประมงจากอ่าวเบงกอลและทะเลอันดามัน (น่านน้ำพม่า) และการประเมินความเสี่ยงด้านสุขภาพ. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต, สาขาวิชาสิ่งแวดล้อม คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- ฉลวย มสุก๊ะ, วันชัย วงสุตาวรรณ, อาวุธ หมั่นหาผล, พัฒนา ภูเปี่ยม และ แววดา ทองระอา. 2557. คุณภาพน้ำในแหล่งท่องเที่ยวทางทะเล จังหวัดชลบุรี. วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา, 19(1) : 11 – 23.
- ด่านตรวจสัตว์น้ำจังหวัดชลบุรี. 2560. สถิติการส่งออกสินค้าสัตว์น้ำทางด่านตรวจสัตว์น้ำจังหวัดชลบุรี. กรมประมง. 18 หน้า.
- ปิยะโชค สินอนันต์, ทิวรัตน์ สินอนันต์, ปวีโรจน์ นรนาถตระกูล, นันทชัย บุญจร และ สุวรรณทนา ทศพรพิทักษ์กุล. 2555. การประมงกะตักในอ่าวไทย. เอกสารวิชาการฉบับที่ 18/2555. สำนักวิจัยและพัฒนาประมงทะเล, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 56 หน้า.
- พัชวิมา จินหมั่น. 2552. ระดับของแคดเมียมในทรัพยากรประมงจากทะเลอันดามันและทะเลเซเลเบส และการประเมินความเสี่ยงด้านสุขภาพ. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

- มัทนา แสงจินดาวงษ์. 2545. ผลิตภัณฑ์ประมงของไทย. พิมพ์ครั้งที่ 1. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 323 หน้า.
- รัชดา อธิพิงษ์ และวลัย คลีฉายา. 2557. การปนเปื้อนโลหะหนักในสัตว์น้ำจากสะพานปลาท่าเทียบเรือ. เอกสารวิชาการฉบับที่ 3/2557. กองพัฒนาอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 38 หน้า.
- วรรณวิภา สุวรรณรักษ์, อรรพรรณ คงพันธุ์, พรรณทิพย์ สุวรรณสาครกุล และวราทิพย์ สมบุญญฤทธิ. 2549. ปลากระดูกต้มตากแห้ง: คุณภาพส่งออกและการเก็บรักษา. เอกสารวิชาการฉบับที่ 1/2559. กองตรวจสอบรับรองมาตรฐานคุณภาพสัตว์น้ำและผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำ, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 29 หน้า.
- สมชาย วิบุญพันธ์ ไพรัช เกชาลัย ชุมโชค สิงหราชัย รัตนา มั่นประสิทธิ์ และทศพล กระจ่างดารา. 2551. ปริมาณโลหะหนักในสัตว์ทะเลจากเรือประมงอวนลาก และอวนล้อมจับบริเวณน่านน้ำไทย. เอกสารวิชาการฉบับที่ 1/2551. สำนักวิจัยและพัฒนาประมงทะเล, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 61 หน้า.
- อภิชาติ สมฤทธิ์. 2560. การศึกษาชนิด ปริมาณ และมูลค่าการนำเข้าส่งออกปลากระดูกทางด่านตรวจสัตว์น้ำของประเทศไทย พ.ศ. 2555 - 2558 เอกสารวิชาการฉบับที่ 5/2560. กองควบคุมการค้าสัตว์น้ำและปัจจัยการผลิต, กรมประมง, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 60 หน้า.
- Association of Official Analytical Chemists (AOAC). 2016. Moisture in Meat, Official Methods. Chapter 39. p. 1.
- Association of Official Analytical Chemists (AOAC). 2019a. Lead, Cadmium, Zinc, Copper and Iron in Foods. Official Methods. 999.10. 21st Edition. p. 16-19.
- Association of Official Analytical Chemists (AOAC). 2019b. Mercury in Fish, Official Methods. 974.14. AOAC International 21st edition. p. 42.
- Chi, Q. -Q, G. -W. Zhu and A. Langdon. 2007. Bioaccumulation of heavy metals in fishes from Taihu Lake, China. *J. Env. Sci.* 19:627-647
- Sadik, M. 1992. Cadmium in Toxic Metal Chemistry in Marine Environments, In: Toxic Metal Chemistry in Marine Environments. M. Dekker, Inc., 1st ed. 130-132.

Supongpan, M., C. Chamchang, S. Boongerd and A. Laowapong. 2000. Anchovy fisheries in the Gulf of Thailand. A paper submitted to FISHCODE Management, FAO/NORWAY

Programme of Assistance to Developing Countries for Implementation of the Code of Conduct for Responsible Fisheries. January 2000, 139 p.

ภาคผนวก ก

1. มาตรฐานโลหะหนักในผลิตภัณฑ์ปลาแช่เยือกแข็ง และผลิตภัณฑ์ปลาแห้ง

ตารางที่ภาคผนวกที่ 1 ค่ามาตรฐานปริมาณแคดเมียม โปรอท และตะกั่ว ในผลิตภัณฑ์ปลากะตักแช่เยือกแข็ง และปลากะตักแห้งของประเทศคู่ค้า

Country	Maximum level (mg/kg)					
	Cadmium		Mercury		Lead	
	F	D	F	D	F	D
European Union, Norway and Great Britain	0.05	0.05	0.50	0.50	0.30	0.30
China	0.10	0.30	0.50	0.50	0.50	1.00
Australia and New Zealand	-	-	0.50	0.50	0.50	0.50
Argentina	0.30	0.30	0.50	0.50	0.30	0.30
Brunei	1.00	1.00	0.05	0.05	2.00	2.00
Canada	-	-	0.50	0.50	0.50	-
Costa Rica	0.05	0.05	0.50	0.50	0.30	0.30
Hongkong	0.10	0.10	0.50	0.50	0.30	0.30
Japan	-	-	0.40 ¹ 0.30 ²	0.40	-	-
Republic of Korea	0.20	0.20	0.50 ¹ 1.00 ²	1.00	0.50	0.50
Malaysia	1.00	1.00	0.50 ²	0.50	1.00	1.00
Russia	0.20	0.20	0.50	0.50	1.00	1.00
Saudi Arabia	0.25	0.05	1.00	1.00	0.30	0.30
Singapore	0.20	0.20	0.50	0.50	2.00	2.00
South Africa	1.00	1.00	0.50 ²	0.50	0.30	0.30
Taiwan	0.05	0.30	0.50 ²	0.50	0.30	0.30
Vietnam	0.10	0.10	0.50	0.50	0.30	0.30
CODEX STAN 193-1995	-	-	0.50 ²	0.50 ²	0.30	0.30
Ministry of Public Health (Thailand)	1.00	1.00	0.50 ^{1,2}	0.50 ^{1,2}	0.30	0.30

หมายเหตุ: F = Frozen fish

D = Dried anchovy

¹ = Total Mercury

² = Methyl Mercury

ที่มา: มาตรฐานทางด้านเคมี กองตรวจสอบคุณภาพสินค้าประมง
(WWW4.fisheries.go.th) ฉบับพฤศจิกายน 2565

2. ชีววิทยาปลากะตัก (อภิชาติ, 2560 อ้างจาก ศูนย์พัฒนาประมงทะเลชายฝั่ง, 2539)

ปลากะตัก (Anchovy)

Class : Actinopterygii

Order : Clupeiformes

Family : Engrasicholina

Genus : *Encrasicholina*

Encrasicholina punctifer

Encrasicholina heteroloba

Encrasicholina devisi

Genus : *Stolephorus*

Stolephorus indicus

Stolephorus commersonii

Stolephorus chinesis

Stolephorus waitei

Stolephorus insularis

Stolephorus dubiosus

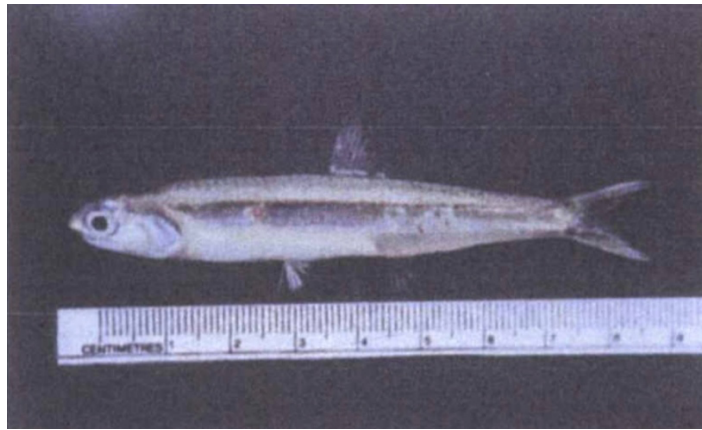
Stolephorus tri

ลักษณะเด่นของปลากะตักแต่ละชนิด



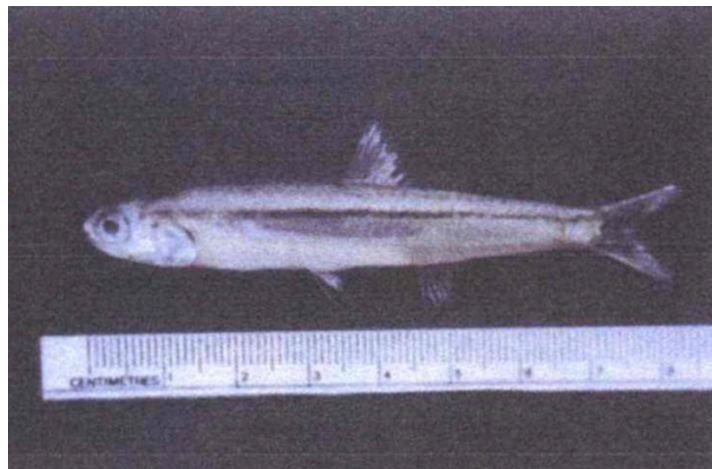
Encrasicholina devisi

ลักษณะเด่น : ปลาจะงอยปากยาวเลยปลายขากรรไกรล่าง ขอบท้ายของกระดูกขากรรไกรบนแหลม และยาวถึงแผ่นกระดูกหน้าแผ่นปิดเหงือก ความยาว 2 เท่าของความยาวครีบท้องยาวเลยบริเวณรูกัน ครีบท้องและครีบก้น มีก้านครีบท้องที่แตกแขนง 3 อัน และครีบก้นมีก้านครีบท้องที่แตกแขนง 16 - 17 อัน แตกต่างจากชนิด *E. heteroloba* ที่จำนวนก้านครีบท้องที่แตกแขนงของครีบท้องและครีบก้นมีเพียง 2 อัน



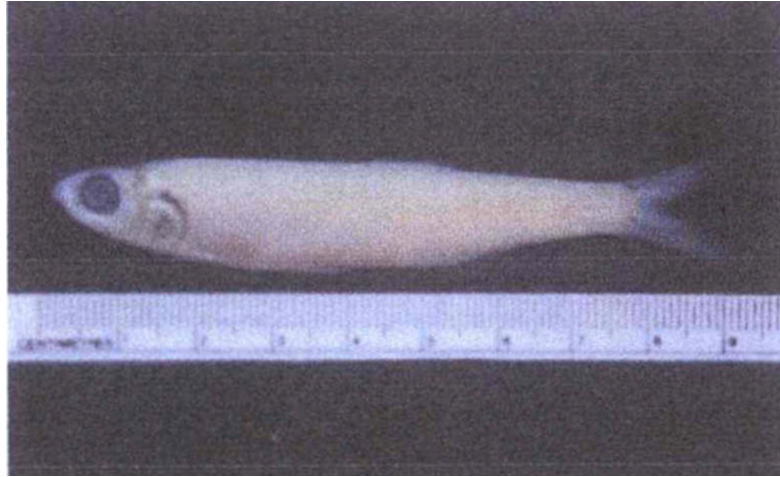
Encrasicholina heteroloba

ลักษณะเด่น : ปลาจะงอยปากยาวเลยปลายขากรรไกรล่างมาก ขอบท้ายของกระดูกขากรรไกรบนแหลม และยาวถึงแผ่นกระดูกหน้าแผ่นปิดเหงือก ความยาว 2 เท่าของความยาวครีบท้องยาวเกือบถึงบริเวณรูกันครีบหลังและครีบก้นมีก้านครีบที่ไม่แตกแขนง 2 อัน และครีบก้นมีก้านครีบที่แตกแขนง 13 - 15 อัน แตกต่างจากชนิด *E. devisi* ตรงที่จำนวนเกล็ดตามแนวข้างตัวมี 41 - 42 เกล็ด



Encrasicholina punctifer

ลักษณะเด่น : ปลาจะงอยปากยาวเลยปลายขากรรไกรล่างเล็กน้อย ขอบท้ายของกระดูกขากรรไกรบนโค้งมน และยาวถึงแผ่นกระดูกหน้าแผ่นปิดเหงือก ต่างจากชนิด *E. devisi* และ *E. heteroloba* ที่ความยาวมาตรฐานยาวประมาณ 3.6 - 4.0 เท่าของความยาวส่วนหัว



Stolephorus indicus

ลักษณะเด่น : ลำตัวค่อนข้างกลม ยาวแบน Elongate มีหนามแหลมในแนวหน้าครีบท้อง 4 อัน ขอบท้ายของกระดูกขากรรไกรบนยาวถึงขอบหน้าของแผ่นกระดูกหน้าแผ่นปิดเหงือก ต่างจาก *Stolephorus* spp. อื่นๆ ตรงที่ความยาวมาตรฐานยาวนานน้อยกว่า 5 เท่าของความกว้างลำตัว

ภาคผนวก ข

รายละเอียดคุณสมบัติ และความเป็นพิษของโลหะหนักแคดเมียม โปรท และตะกั่ว (มัทนา, 2545)

โปรท ซึ่งอยู่ในรูปสารอนินทรีย์ (inorganic) หรือ phenyl mercury (PM) เป็นโปรทที่ไม่มีพิษ แต่ถ้า PM ถูกเปลี่ยนให้อยู่ในรูปสารอินทรีย์ (organic) หรือ methyl mercury (MM) จะเป็นพิษต่อคนและสัตว์น้ำที่ได้รับสารนี้เข้าไปในร่างกาย PM ถูกเปลี่ยนไปเป็น MM โดยแบคทีเรียในสกุล *Escherichia* sp., *Enterobacter* sp., *Streptococcus* sp., *Bacillus* sp. แบคทีเรียพวก *Enterobacter aerogenes* มีความทนทานต่อโปรทมากที่สุด กระบวนการที่แบคทีเรียเปลี่ยน PM เป็น MM เรียกว่า methylation จากนั้น MM จะสะสมในวงจรอาหาร โดยเฉพาะพวกปลาและสัตว์น้ำ โดยจะเกาะกับอะตอมของคาร์บอนในโปรตีน ทำให้สลายตัวยาก สารนี้จะยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ในกระบวนการเมแทบอลิซึมของกลูโคส และมีอันตรายร้ายแรงต่อระบบประสาท โดยทำลายเซลล์สมอง ประสาท ไต และเนื้อเยื่ออื่นๆ และมีผลทำให้โครโมโซมผิดปกติ โรคที่เกิดจากพิษของโปรทที่รู้จักกันดีคือ โรคมินามาตะ (Minamata disease) เกิดขึ้นในประเทศญี่ปุ่นเนื่องจากการรับประทานปลาและสัตว์น้ำอื่นๆ ที่ปนเปื้อนสารโปรท สาเหตุมาจากการปล่อยน้ำทิ้งของโรงงานที่มีโปรทปนอยู่ลงสู่แหล่งน้ำซึ่งวัดโปรทในอ่าวมินามาตะได้ 6.7 ไมโครกรัม/ลิตร

ตะกั่ว เป็นพิษต่อสัตว์น้ำน้อยกว่าโปรทและแคดเมียม แต่เป็นพิษมากสำหรับมนุษย์ โดยยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการสร้างฮีโม (heme) ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของเฮโมโกลบินของเม็ดเลือดแดง ทำให้เป็นโลหิตจาง ระดับตะกั่วที่ทำให้เกิดอาการผิดปกติในเลือดคือ 50 ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร ผู้ใหญ่ที่มีระดับตะกั่วมากกว่า 35 ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร แม้จะไม่มีอาการแสดงถึงความเจ็บป่วย แต่ส่วนใหญ่จะเป็นโรคความดันโลหิตสูง เด็กที่มีสารตะกั่วในเลือด 25 ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร ติดต่อกัน 10 ปี จะมีอาการซีดเนื่องจากเม็ดเลือดแดงมีขนาดเล็กและมีจำนวนน้อย เซลล์สมองจะเสื่อมไม่เจริญสอดคล้องกับอายุ ความจำเสื่อม เด็กบางคนมีระดับปัญญาอ่อน บางคนมีปัญหาในการพูด เช่น พูดไม่ชัด บางคนมีพฤติกรรมผิดปกติ เช่น เป็นคนขี้โมโห ก้าวร้าว ถ้าระดับสารตะกั่วในร่างกายมากกว่า 80 ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร จะทำให้มีอาการทางระบบประสาทและระบบทางเดินอาหารเกิดเป็นอัมพาตหรือลมบ้าหมู นอกจากนี้สารตะกั่วที่สะสมในกระดูกจะขัดขวางการทำงานในกระดูกอ่อน โดยจะเข้าแทนที่แคลเซียมในกระดูกและเป็นตัวกักจัดไวตามินดีในร่างกายยังก่อให้เกิดเนื้องอกและมะเร็ง กรณีที่ได้รับพิษเฉียบพลันจะมีอาการปวดท้องอย่างรุนแรง จุกเสียด ท้องร่วง กล้ามเนื้อ กระดูก ตับ ไต หัวใจล้มเหลว มีอาการโคม่าและตายในที่สุด โดยระดับตะกั่วในเลือดไม่ควรเกิน 4.92 ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร

แคดเมียม กระจายอยู่ทั่วไปในพื้นผิวโลกเช่นเดียวกับตะกั่ว แคดเมียมปนมากับสังกะสี โดยเป็นของเหลือที่เกิดจากการถลุงสังกะสี ปริมาณแคดเมียมที่ปนเปื้อนลงในทะเลทั้งหมดประมาณ 2,000 ตันต่อปี ซึ่งปริมาณครึ่งหนึ่งเกิดจากกิจกรรมของมนุษย์และส่วนที่เหลือเกิดตามธรรมชาติ ซึ่งแคดเมียมไม่ได้สะสมในระบบทางเดินอาหาร ดังนั้น ปลาและสัตว์เลื้อยลูกด้วยนมในทะเลจึงมีปริมาณแคดเมียมสะสมต่ำ โดยสะสมในไตเล็กน้อย ปลาสามารถทำลายพิษแคดเมียมได้โดยเปลี่ยนให้อยู่ในรูปของ methallothionein ทั้งนี้ พิษของ

แคดเมียมทำให้เกิดอาการวิงเวียน คลื่นไส้ อาเจียน ซึ่งเคยปรากฏมาแล้วในประเทศญี่ปุ่น โรคที่เกิดจากพิษของแคดเมียมเรียกว่า อิตะ-อิตะ (Itai-Itai disease) ทำให้ประชาชนในหมู่บ้านมีอาการปวดกระดูกและข้อต่อ และตายไป 100 กว่าคนเป็นผลมาจากการกินข้าวที่มีแคดเมียมปนเปื้อนจากโรงงานถลุงแร่สังกะสี

การตรวจวิเคราะห์ความชื้น และโลหะหนัก

1. วิเคราะห์ความชื้น (AOAC, 2016)

นำตัวอย่างที่ผ่านการบดมาชั่งใส่ถ้วยพลาสติก หรือถ้วยแก้ว



นำจานอลูมิเนียมที่แห้งสนิท ไปอบที่อุณหภูมิ 100-101 °C นานประมาณ 30 นาที
แล้วนำไปทำให้เย็นใน Dessiccator อย่างน้อย 30 นาที แล้วชั่งจานที่อบแล้ว
ด้วยเครื่องชั่งทศนิยมอย่างน้อย 3 ตำแหน่ง



ชั่งน้ำหนักตัวอย่าง 5 กรัม เกลี่ยให้ตัวอย่างกระจายด้วยไม้พาย
นำมาชั่งน้ำหนัก ด้วยเครื่องชั่งทศนิยมอย่างน้อย 3 ตำแหน่ง



นำตัวอย่างในจานไปอบในตู้อบ ที่อุณหภูมิ 100-101 °C นาน 16 ชั่วโมง



นำตัวอย่างที่อบแห้งแล้ว มาทำให้เย็นใน Dessiccator



* นำภาชนะ + ตัวอย่างหลังอบไปชั่งน้ำหนักที่แน่นอน ด้วยเครื่องชั่งทศนิยมอย่างน้อย 3 ตำแหน่ง



นำน้ำหนักภาชนะภาชนะ + น้ำหนักหลังอบแห้ง จากข้อ 7.5 – น้ำหนักภาชนะจากข้อ *
ได้น้ำหนักตัวอย่างหลังอบแห้ง (W_2)



นำผลที่ได้ไปคำนวณหาปริมาณหาความชื้น หน่วยเป็น % ความชื้น

2. วิเคราะห์โลหะหนัก 3 ชนิด ได้แก่ แคดเมียม โปรท และตะกั่ว ดังนี้

2.1 การตรวจวิเคราะห์โลหะหนักแคดเมียม (AOAC, 2019a)

นำตัวอย่างปลากะตักย่อยให้เป็นของเหลวด้วยกรดไนตริกเข้มข้น 65% และความร้อนที่ 95 °C เวลา 2 ชั่วโมง ปรับปริมาตรและนำไปวิเคราะห์ปริมาณแคดเมียมด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS) ระบบ Graphite furnace ที่ความยาวคลื่น 228.8 นาโนเมตร

2.2 การตรวจวิเคราะห์โลหะหนักปรอท (AOAC, 2019b)

ตัวอย่างจะถูกย่อยเป็นของเหลวด้วยกรดไนตริกเข้มข้นและความร้อน ปรับปริมาตรสารละลายที่ได้จะอยู่ในรูป Hg^{2+} และนำไปวิเคราะห์ปริมาณปรอทด้วยเครื่อง Mercury Analyzer ซึ่ง Hg^{2+} จะถูกรีดิวซ์ด้วย reducing agent ได้แก่ NaBH_4 ซึ่งจะกลายเป็นไอ Hg^0 ส่วนผสมจะไหลเข้าไปในช่องแยก Liquid gas, Argon และนำไอปรอทไหลผ่านไปในท่อ เพื่อวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 257.3 นาโนเมตร ที่สภาวะการทดสอบที่อุณหภูมิการทดสอบ 25 ± 5 °C

2.3 การตรวจวิเคราะห์โลหะหนักตะกั่ว (AOAC, 2019a)

ตัวอย่างจะถูกย่อยให้เป็นของเหลวด้วยกรดไนตริกเข้มข้น 65% ที่ความร้อน 95 ± 5 °C เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ปรับปริมาตรและนำไปวิเคราะห์ปริมาณตะกั่วด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrometer ที่ความยาวคลื่น 283.3 นาโนเมตร สภาวะการทดสอบอุณหภูมิ 25 ± 5 °C

ขั้นตอนการเตรียมตัวอย่าง

ชั่งตัวอย่างที่บดแล้ว 0.500 ± 0.020 กรัม (โดยใช้เครื่องชั่งทศนิยม 3 ตำแหน่ง)

ใส่ลงในหลอดพลาสติก



เติมกรดไนตริก (HNO_3) เข้มข้น 65% จำนวน 5 มิลลิลิตร ปิดฝา



วางในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิที่ตั้งอุณหภูมิไว้ 95 ± 5 °C นาน 2 ชั่วโมง



ตั้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง สังเกตด้วยว่าตัวอย่างถูกย่อยเป็นสารละลายจนหมด
หากมีตะกอนเหลืออยู่ให้นำไปย่อยใหม่จนใส



ถ่ายสารละลายลงในขวดวัดปริมาตร ขนาด 25 มิลลิลิตร โดย rinse
ภายในหลอดพลาสติกและฟιάด้วย deionized water ลงในขวดวัดปริมาตรนั้นหลายๆ ครั้ง
เติม deionized water จนถึงขีดปริมาตร เขย่าให้สารละลายรวมเป็นเนื้อเดียวกัน



- การวัดปริมาณแคดเมียม
- การวัดปริมาณปรอท
- การวัดปริมาณตะกั่ว