การศึกษาการปนเปื้อนของโลหะหนัก และการประเมินความเสี่ยงการรับสัมผัส ในปลาสลิดสดและปลาสลิดตากแห้ง

STUDY OF HEAVY METAL CONTAMINATION AND RISK ASSESSMENT IN THE FRESH AND DRIED SNAKE SKIN GOURAMI

อนุสรา มิตรสันเทียะ

Anutsara Mitsantia

การศึกษาค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาการจัดการความปลอดภัยอาหาร

คณะอุตสาหกรรมอาหาร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ.2564

KMITL-2021-FI-M-054-396

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

STUDY OF HEAVY METAL CONTAMINATION AND RISK ASSESSMENT IN THE FRESH AND DRIED SNAKE SKIN GOURAMI

Anutsara Mitsantia

A INDEPENT STUDY SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

MASTER OF SCIENCE IN FOOD SAFETY MANAGEMENT

FACULTY OF FOOD INDUSTRY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2021

KMITL-2021-FI-M-054-396

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2021

FACULTY OF FOOD INDUSTRY

KING MONGKOL'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อการศึกษาค้นคว้าอิสระ	การศึกษาการปนเปื้อนของโลหะหนัก และการประเมินความเสี่ยงการรับสัมผัสในปลาสลิดสดและปลาสลิดตากแห้ง
นักศึกษา	นางสาวอนุสรา มิตรสันเทียะ
รหัสประจำตัว	61608019
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	การจัดการความปลอดภัยอาหาร
พ.ศ.	2564
อาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ	ผศ.ดร.พงษ์เสริฐ ศรีพรหม

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณปนเปื้อนของโลหะหนักในปลาสลิดสดและปลาสลิดตากแห้ง รวมทั้งประเมินความเสี่ยงจากการบริโภคปลาสลิดตากแห้ง โดยเก็บตัวอย่างปลาสลิดจาก ตำบลคลองด่าน อำเภอบางบ่อ จังหวัดสมุทรปราการ ในเดือนกุมภาพันธ์-เดือนเมษายน 2563 ตัวอย่างจะนำมาวิเคราะห์โลหะหนักโดยทำการตรวจหา ตะกั่ว สังกะสี และแคดเมียม ด้วยเทคนิค Atomic Absorption Spectroscopy ผลการศึกษาพบว่าปลาสลิดสดและปลาสลิดตากแห้งมีค่าเฉลี่ยตะกั่วปนเปื้อนอยู่ระหว่าง 1.126 - 1.725 และ 1.187 - 1.785 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ส่วนค่าเฉลี่ยสังกะสีปนเปื้อนในปลาสลิดสดและปลาสลิดตากแห้งอยู่ระหว่าง 0.655 - 0.934 และ 0.650 - 0.845 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และค่าเฉลี่ยแคดเมียมปนเปื้อนในปลาสลิดสดและปลาสลิดตากแห้งอยู่ระหว่าง ไม่พบ - 0.005 และ ไม่พบ - 0.004 มิลลิกรัม/กิโลกรัม โดยพบว่าตะกั่วปนเปื้อนเกินมาตรฐานของกองควบคุมตรวจสอบผลิตภัณฑ์และการแปรรูปสัตว์ กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ และมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ปลาเค็ม:ปลาสลิด (มอก. 1199-2536) การประเมินความเสี่ยงจากการบริโภคปลาสลิดตากแห้งในกลุ่มผู้บริโภคที่กลุ่มอายุ 3-65 ปีขึ้นไป พบว่ามีเพียงผู้บริโภคที่กลุ่มอายุ 3-5.9 ปี จากการบริโภคที่ค่าเปอร์เซนต์ไทล์ 97.5 มีความเสี่ยงต่อสุขภาพจากตะกั่ว การบริโภคปลาสลิดตากแห้งที่ปนเปื้อนสังกะสีและแคดเมียมพบว่าไม่ส่งผลต่อสุขภาพผู้บริโภค โดยการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าการบริโภคปลาสลิดที่มีการปนเปื้อนโลหะหนักเกินมาตรฐานในปริมาณมากจะส่งผลต่อสุขภาพของผู้บริโภค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Independent study	Study of heavy metal contamination and risk assessment in the fresh and dried snake skin gourami
Student	Miss Anutsara Mitsantia
Student ID.	61608019
Degree	Master of Science
Program	Food safety management
Year	2021
Independent study Advisor	Asst. Prof. Dr. Pongsert Sriprom

ABSTRACT

This study was conducted to investigate heavy metal which contaminated in the fresh and dried snake skin gourami including risk assessment of dried fish consumption. The fish samples were collected from Klongdan Sub-district, Bang Bo District, Samutprakan Province. The samples were collected during Febuary – April for the year of 2020. Lead (Pb), Zinc (Zn) and Cadmium (Cd) in the fish samples were determined using Atomic Absorption Spectroscopy method. The results were found that these average contamination of lead in the fresh fish and dried fish was between 1.126 - 1.725 and 1.187 - 1.785 mg/kg. An average contamination of zinc in the fresh fish and dried fish was between 0.655 - 0.934 and 0.650 - 0.845 mg/kg. An average contamination of cadmium in the fresh fish and dried fish was between nd - 0.005 and nd - 0.004 mg/kg. Lead contamination exceeds the standards levels of the Fish Inspection and Quality Control Division, Department of Fisheries, Ministry of Agriculture and Cooperation, Thailand and Thai industrial standard : salted fish : pla salit (TIS 1199-2536). Risk assessment of dried fish consumption for consumers aged 3-65 years and over found that only consumers in the age 3-5.9 years who consumed the 97.5 percentile had a health risk from lead. The consumption of dried fish contaminated with zinc and cadmium had no health risk to consumer. This study shown that the consumption of dried snake skin gourami with heavy metal contamination exceeds the standard in large quantities will affect the health of consumer.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาค้นคว้าอิสระฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้เนื่องจากได้รับความกรุณาจาก ผศ.ดร.พงษ์เสริฐ ศรีพรหม ที่ให้เกียรติเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา และให้คำแนะนำและข้อเสนอแนะ จนผ่านไปได้ด้วยดี ข้าพเจ้ารู้สึกซาบซึ้งและกราบขอบพระคุณอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณ ดร.ระจิตร สุวพานิช และ ดร.อุมาพร ฉัตรศรีสุวรรณ ที่ให้ความอนุเคราะห์มาเป็นกรรมการในการสอบ และให้คำแนะนำสำหรับการค้นคว้าอิสระฉบับนี้จนสำเร็จไปได้ด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณคณะอุตสาหกรรมอาหาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการใช้สถานที่ เครื่องมือ และอุปกรณ์ในการค้นคว้าอิสระฉบับนี้

ขอกราบขอบพระคุณ คุณสุภาพร หะหมาน คุณวงศกร ต่างโอฐ และคุณฐาปนีย์ อ้นเจริญ ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการเก็บและเตรียมวัตถุดิบ ในการค้นคว้าอิสระนี้จนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณ มหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ ที่ให้ความอนุเคราะห์เครื่องมือวิเคราะห์สำหรับการค้นคว้าอิสระนี้

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ คุณอภัย มิตรสันเทียะ (มารดา) คุณบรรจง มิตรสันเทียะ (บิดา) คุณธนิตย์ มิตรสันเทียะ (พี่ชาย) ที่ให้การสนับสนุนและกำลังใจในการศึกษาเสมอมา รวมถึงรุ่นพี่รุ่นน้องและเพื่อนๆ ที่คอยให้กำลังใจและความช่วยเหลือจนการศึกษาค้นคว้าอิสระนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี โดยเฉพาะอย่างยิ่ง นางสาวเกศราภรณ์ บุญค้ำ นางสาววิรยา มณีกลาง นางสาวกาญจนา มานะมุ่งมงคล นางสาวสุนิสา อรัญเชาวน์ชัย นางสาวสายรุ้ง กิ่งพิกุล และ นายพัทธมน ทองคำ

สุดท้ายนี้ข้าพเจ้าหวังอย่างยิ่งว่าการศึกษาค้นคว้าอิสระนี้ จะมีประโยชน์ต่อนิสิต นักศึกษาและผู้ที่สนใจ หากผิดพลาดประการใด ทางผู้จัดทำต้องขออภัย ณ ที่นี้

อนุสรา มิตรสันเทียะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II
กิตติกรรมประกาศ III
สารบัญ IV
สารบัญตาราง VII
สารบัญภาพ X
บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ความสำคัญและที่มา 1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา 2
1.3 ประโยชน์ที่ได้รับ 2
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 3
2.1 ทฤษฎี 3
2.1.1 การเลี้ยงปลาสลิด 3
2.1.2 กระบวนการผลิตปลาสลิดตากแห้ง 9
2.1.3 โลหะหนัก 11
2.1.4 แหล่งที่มาของโลหะหนัก 12
2.1.5 การสะสมโลหะหนักในสิ่งมีชีวิตในน้ำ 12
2.1.6 อันตรายของโลหะหนักต่อร่างกาย 13
2.1.7 การประเมินความเสี่ยง 15
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 16
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง 21
3.1 วัตถุดิบ 21
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง 21
3.3 อุปกรณ์ 21
3.4 สารเคมี 22
3.5 วิธีการทดลอง 22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.5.1 สถานที่และการเก็บตัวอย่าง 22

3.5.2 การเตรียมตัวอย่าง 23

3.5.3 การวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนัก 24

3.5.4 การประเมินความเสี่ยงจากการบริโภคปลาสลิดตากแห้ง 26

3.5.5 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 29

บทที่ 4 ผลการทดลองและการอภิปราย 30

4.1 ศึกษาลักษณะทางกายภาพของปลาสลิดสดและปลาสลิดตากแห้ง 30

4.1.1 ลักษณะทางกายภาพของปลาสลิดสด 31

4.1.2 ลักษณะทางกายภาพของปลาสลิดตากแห้ง 31

4.2 ศึกษาการปนเปื้อนโลหะหนักในปลาสลิดสดและปลาสลิดตากแห้ง 32

4.2.1 ศึกษาการปนเปื้อนตะกั่ว สังกะสี และแคดเมียม ในปลาสลิดสด 32

4.2.2 ศึกษาการปนเปื้อนตะกั่ว สังกะสี และแคดเมียม ในปลาสลิดตากแห้ง 33

4.3 ศึกษาความแตกต่างของปริมาณโลหะหนักที่ปนเปื้อนใน ปลาสลิดสดและปลาสลิดตากแห้ง 35

4.3.1 ความแตกต่างของปริมาณตะกั่วที่ปนเปื้อนในปลาสลิดสด และปลาสลิดตากแห้ง 35

4.3.2 ความแตกต่างของปริมาณสังกะสีที่ปนเปื้อนในปลาสลิดสด และปลาสลิดตากแห้ง 36

4.3.3 ความแตกต่างของปริมาณแคดเมียมที่ปนเปื้อนในปลาสลิดสด และปลาสลิดตากแห้ง 37

4.4 ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณโลหะหนักที่ปนเปื้อน กับขนาดของปลาสลิด 39

4.4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณโลหะหนักที่ปนเปื้อน กับขนาดของปลาสลิดสด 39

4.4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณโลหะหนักที่ปนเปื้อนกับ ขนาดของปลาสลิดตากแห้ง 40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.5 การประเมินความเสี่ยงจากการบริโภคปลาสลิดตากแห้ง 42

4.5.1 การประเมินความเสี่ยงจากตะกั่วที่ปนเปื้อนในปลาสลิดตากแห้ง 42

4.5.2 การประเมินความเสี่ยงจากสังกะสีที่ปนเปื้อนในปลาสลิดตากแห้ง 43

4.5.3 การประเมินความเสี่ยงจากแคดเมียมที่ปนเปื้อนในปลาสลิดตากแห้ง 44

บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ 46

5.1 สรุปผลการทดลอง 46

5.1 ข้อเสนอแนะ 47

บรรณานุกรม 48

ภาคผนวก ก การคำนวณการได้รับสัมผัสโลหะหนัก 53

ภาคผนวก ข การคำนวณค่าความปลอดภัย Margin of Safety (MOS) 58

ประวัติผู้เขียน 62

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2.1 สรุปการวิเคราะห์โลหะหนักในสัตว์น้ำและอาหารทะเล 20

3.1 สภาวะที่ใช้ในการทดสอบธาตุตะกั่ว สังกะสี และแคดเมียม ด้วยเครื่อง AAS 25

3.2 ค่าเฉลี่ยน้ำหนักตัวของคนไทยในแต่ละกลุ่มอายุ 27

3.3 Health-base guidance value (HBGV) ของ ตะกั่ว สำหรับผู้บริโภคในแต่ละกลุ่มอายุ 28

3.4 Health-base guidance value (HBGV) ของ สังกะสี สำหรับผู้บริโภคในแต่ละกลุ่มอายุ 28

3.5 Health-base guidance value (HBGV) ของ แคดเมียม สำหรับผู้บริโภคในแต่ละกลุ่มอายุ 29

4.1 ค่าเฉลี่ยน้ำหนักและความยาวของตัวอย่างปลาสลิดสด 31

4.2 ลักษณะทางกายภาพของปลาสลิดตากแห้ง 31

4.3 ปริมาณปนเปื้อนเฉลี่ยของตะกั่วที่วิเคราะห์ได้จากปลาสลิดสด 32

4.4 ปริมาณปนเปื้อนเฉลี่ยของสังกะสีที่วิเคราะห์ได้จากปลาสลิดสด 32

4.5 ปริมาณปนเปื้อนเฉลี่ยของแคดเมียมที่วิเคราะห์ได้จากปลาสลิดสด 33

4.6 ปริมาณปนเปื้อนเฉลี่ยของตะกั่วที่วิเคราะห์ได้จากปลาสลิดตากแห้ง 33

4.7 ปริมาณปนเปื้อนเฉลี่ยของสังกะสีที่วิเคราะห์ได้จากปลาสลิดตากแห้ง 34

4.8 ปริมาณปนเปื้อนเฉลี่ยของแคดเมียมที่วิเคราะห์ได้จากปลาสลิดตากแห้ง 34

4.9 เปรียบเทียบปริมาณปนเปื้อนเฉลี่ยของตะกั่ว สังกะสี และแคดเมียม ในปลาสลิดสด 38

4.10 เปรียบเทียบปริมาณปนเปื้อนเฉลี่ยของตะกั่ว สังกะสี และแคดเมียม ในปลาสลิดตากแห้ง 38

4.11 เปรียบเทียบปริมาณปนเปื้อนเฉลี่ยของตะกั่ว สังกะสี และแคดเมียม
กับขนาดปลาสลิดสดในเดือนกุมภาพันธ์ 39

4.12 เปรียบเทียบปริมาณปนเปื้อนเฉลี่ยของตะกั่ว สังกะสี และแคดเมียม
กับขนาดปลาสลิดสดในเดือนมีนาคม 39

4.13 เปรียบเทียบปริมาณปนเปื้อนเฉลี่ยของตะกั่ว สังกะสี และแคดเมียม
กับขนาดปลาสลิดสดในเดือนเมษายน 40

4.14 เปรียบเทียบปริมาณปนเปื้อนเฉลี่ยของตะกั่ว สังกะสี และแคดเมียม
กับขนาดปลาสลิดตากแห้งในเดือนกุมภาพันธ์ 40

4.15 เปรียบเทียบปริมาณปนเปื้อนเฉลี่ยของตะกั่ว สังกะสี และแคดเมียม
กับขนาดปลาสลิดตากแห้งในเดือนมีนาคม 41

4.16 เปรียบเทียบปริมาณปนเปื้อนเฉลี่ยของตะกั่ว สังกะสี และแคดเมียม
กับขนาดปลาสลิดตากแห้งในเดือนเมษายน 41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

ก.1 ค่าเฉลี่ยปริมาณโลหะหนักที่ปนเปื้อนในปลาสลิดตากแห้งในแต่ละเดือน 53

ก.2 ค่าเฉลี่ยและค่าเปอร์เซนต์ไทล์ที่ 97.5 ของปริมาณปลาสลิดตากแห้งที่บริโภค สำหรับประชากรทั้งหมด (per capital) ในแต่ละกลุ่มอายุ 53

ก.3 ค่าการรับสัมผัสตะกั่วในปลาสลิดตากแห้งจากค่าเฉลี่ยที่บริโภคสำหรับ ประชากรทั้งหมด (per capital) ในแต่ละกลุ่มอายุ 54

ก.4 ค่าการรับสัมผัสสังกะสีในปลาสลิดตากแห้งจากค่าเฉลี่ยที่บริโภคสำหรับ ประชากรทั้งหมด (per capital) ในแต่ละกลุ่มอายุ 55

ก.5 ค่าการรับสัมผัสแคดเมียมในปลาสลิดตากแห้งจากค่าเฉลี่ยที่บริโภคสำหรับ ประชากรทั้งหมด (per capital) ในแต่ละกลุ่มอายุ 55

ก.6 ค่าการรับสัมผัสตะกั่วในปลาสลิดตากแห้งจากค่าเปอร์เซนต์ไทล์ที่ 97.5 ที่บริโภคสำหรับประชากรทั้งหมด (per capital) ในแต่ละกลุ่มอายุ 56

ก.7 ค่าการรับสัมผัสสังกะสีในปลาสลิดตากแห้งจากค่าเปอร์เซนต์ไทล์ที่ 97.5 ที่บริโภคสำหรับประชากรทั้งหมด (per capital) ในแต่ละกลุ่มอายุ 56

ก.8 ค่าการรับสัมผัสแคดเมียมในปลาสลิดตากแห้งจากค่าเปอร์เซนต์ไทล์ที่ 97.5 ที่บริโภคสำหรับประชากรทั้งหมด (per capital) ในแต่ละกลุ่มอายุ 57

ข.1 ค่าความปลอดภัยจากการบริโภคตะกั่วที่ปนเปื้อนในปลาสลิดตากแห้ง จากค่าเฉลี่ยที่บริโภคสำหรับประชากรทั้งหมด (per capital) ในแต่ละกลุ่มอายุ 59

ข.2 ค่าความปลอดภัยจากการบริโภคสังกะสีที่ปนเปื้อนในปลาสลิดตากแห้ง จากค่าเฉลี่ยที่บริโภคสำหรับประชากรทั้งหมด (per capital) ในแต่ละกลุ่มอายุ 59

ข.3 ค่าความปลอดภัยจากการบริโภคแคดเมียมที่ปนเปื้อนในปลาสลิดตากแห้ง จากค่าเฉลี่ยที่บริโภคสำหรับประชากรทั้งหมด (per capital) ในแต่ละกลุ่มอายุ 60

ข.4 ค่าความปลอดภัยจากการบริโภคตะกั่วที่ปนเปื้อนในปลาสลิดตากแห้ง จากค่าเปอร์เซนต์ไทล์ที่ 97.5 ที่บริโภคสำหรับประชากรทั้งหมด (per capital) ในแต่ละกลุ่มอายุ 60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

ข.5 ค่าความปลอดภัยจากการบริโภคสังกะสีที่ปนเปื้อนในปลาสลิดตากแห้ง จากค่าเปอร์เซนต์ไทล์ที่ 97.5 ที่บริโภคสำหรับประชากรทั้งหมด (per capital) ในแต่ละกลุ่มอายุ 61

ข.6 ค่าความปลอดภัยจากการบริโภคแคดเมียมที่ปนเปื้อนในปลาสลิดตากแห้ง จากค่าเปอร์เซนต์ไทล์ที่ 97.5 ที่บริโภคสำหรับประชากรทั้งหมด (per capital) ในแต่ละกลุ่มอายุ 61

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

2.1 ปลาสลิด 3
2.2 ปลาสลิดตากแห้ง 9
3.1 บริเวณที่ทำการเก็บตัวอย่างปลาสลิด 22
3.2 ขั้นตอนการเตรียมตัวอย่าง 25
3.3 ขั้นตอนการวิเคราะห์โลหะหนักโดยเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer 27
4.1 ร้านขายปลาสลิดริมถนนสุขุมวิท ต.คลองด่าน อ.บางบ่อ จ.สมุทรปราการ 30
4.2 กราฟแสดงความแตกต่างระหว่างปริมาณเฉลี่ยของตะกั่วในปลาสลิดสด และปลาสลิดตากแห้ง 36
4.3 กราฟแสดงความแตกต่างระหว่างปริมาณเฉลี่ยของสังกะสีในปลาสลิดสด และปลาสลิดตากแห้ง 36
4.4 กราฟแสดงความแตกต่างระหว่างปริมาณเฉลี่ยของแคดเมียมในปลาสลิดสด และปลาสลิดตากแห้ง 37
4.5 กราฟแสดงลักษณะความเสี่ยงจากตะกั่ว ที่ค่าเฉลี่ยของปริมาณปลาสลิดตากแห้ง ที่บริโภคสำหรับประชากรทั้งหมด (per capital) ในแต่ละกลุ่มอายุ 42
4.6 กราฟแสดงลักษณะความเสี่ยงจากตะกั่ว ที่ค่าเปอร์เซนต์ไทล์ที่ 97.5 ของปริมาณ ปลาสลิดตากแห้งที่บริโภคสำหรับประชากรทั้งหมด (per capital) ในแต่ละกลุ่มอายุ 43
4.7 กราฟแสดงลักษณะความเสี่ยงจากสังกะสี ที่ค่าเฉลี่ยของปริมาณปลาสลิดตากแห้ง ที่บริโภคสำหรับประชากรทั้งหมด (per capital) ในแต่ละกลุ่มอายุ 43
4.8 กราฟแสดงลักษณะความเสี่ยงจากสังกะสี ที่ค่าเปอร์เซนต์ไทล์ที่ 97.5 ของปริมาณ ปลาสลิดตากแห้งที่บริโภคสำหรับประชากรทั้งหมด (per capital) ในแต่ละกลุ่มอายุ 44
4.9 กราฟแสดงลักษณะความเสี่ยงจากแคดเมียม ที่ค่าเฉลี่ยของปริมาณปลาสลิดตากแห้ง ที่บริโภคสำหรับประชากรทั้งหมด (per capital) ในแต่ละกลุ่มอายุ 44
4.10 กราฟแสดงลักษณะความเสี่ยงจากแคดเมียม ที่ค่าเปอร์เซนต์ไทล์ที่ 97.5 ของปริมาณ ปลาสลิดตากแห้งที่บริโภคสำหรับประชากรทั้งหมด (per capital) ในแต่ละกลุ่มอายุ 45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มา

ปลาสลิด เป็นปลาเศรษฐกิจที่สำคัญของไทยชนิดหนึ่ง โดยพื้นที่เลี้ยงปลาสลิดที่รู้จักกันดี คือ อำเภอบางบ่อ จังหวัดสมุทรปราการ ที่เรียกว่า “ปลาสลิดบางบ่อ” (วิกิพีเดีย, 2562) ปลาสลิดบางบ่อเป็นปลาที่มีชื่อเสียงของชาวจังหวัดสมุทรปราการมาอย่างยาวนาน เนื่องจากเป็นปลาที่มีคุณภาพและรสชาติดี โดยส่วนใหญ่ผู้บริโภคมักจะซื้อปลาสลิดแดดเดียวหรือปลาสลิดหอมมารับประทาน แต่ในปัจจุบันแหล่งพื้นที่เพาะเลี้ยงปลามักอยู่ใกล้สถานประกอบการที่เป็นโรงงานอุตสาหกรรม ที่ประกอบไปด้วยโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ หลายประเภทได้แก่ โรงงานชุบเคลือบโลหะ โรงงานประกอบรถยนต์ โรงงานสี โรงงานพลาสติก ปั๊มน้ำมัน โรงไฟฟ้า ที่มีการปล่อยของเสียจากกระบวนการผลิตออกสู่สิ่งแวดล้อมอย่างต่อเนื่องก่อให้เกิดการปนเปื้อนของโลหะหนัก ในแหล่งต่างๆ เช่นในน้ำ พืช ดิน และในอากาศ ซึ่งอาจเกิดผลกระทบที่เป็นอันตรายต่อระบบนิเวศในห่วงโซ่อาหารตามมา (สุรีย์พร และคณะ, 2558) นอกจากนี้โลหะหนักที่ปนเปื้อนมากับฝุ่นละออง โดยมีแหล่งกำเนิดจาก ยานพาหนะประเภทต่างๆ ได้แก่ รถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซล รถจักรยานยนต์สองจังหวะ หรือการบรรทุกและขนส่งวัสดุก่อสร้าง และการก่อสร้างต่างๆ เช่น อาคาร ถนน มักมีการฟุ้งกระจายของ ดิน ทราย และปูนซีเมนต์ในการก่อสร้าง รวมทั้งการเผาวัสดุต่างๆ ในที่โล่งแจ้ง (กัลยกร, 2549) ในปัจจุบันพบว่าพื้นที่และเกษตรกรผู้เลี้ยงปลาสลิดมีแนวโน้มลดลง โดยสาเหตุส่วนใหญ่เนื่องจากสมุทรปราการกลายเป็นเมืองอุตสาหกรรม มีการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อม ดินและน้ำไม่อุดมสมบูรณ์เหมือนเดิม ทำให้ปลาสลิดมีขนาดเล็กและอัตราการรอดชีวิตต่ำ ทำให้เกษตรกรมีรายได้ลดลง ประกอบกับราคาที่ดินสูงขึ้น เกษตรกรส่วนใหญ่จึงขายที่ดินให้กับนายทุนและเปลี่ยนไปประกอบอาชีพอื่น และเกษตรกรบางส่วนเปลี่ยนไปเลี้ยงปลาชนิดอื่นแทน (ศิริวรรณ และคณะ, 2563) ด้วยเหตุนี้กรมประมงจึงมีการส่งเสริมให้พื้นที่จังหวัดอื่นเลี้ยงแทนโดยเฉพาะจังหวัดสมุทรสาคร ซึ่งจัดเป็นจังหวัดที่ผลิตปลาสลิดมากแห่งหนึ่งของประเทศ โดยเลี้ยงมากในเขตอำเภอบ้านแพ้ว และอำเภอเมืองสมุทรสาคร ผลผลิตส่วนใหญ่จะจำหน่ายในรูปปลาสด เพื่อใช้เป็นวัตถุดิบให้ผู้ประกอบการแปรรูปปลาสลิดตากแห้งในพื้นที่จังหวัดสมุทรปราการ (กาญจนา, 2556) กระบวนการผลิตปลาสลิดตากแห้งทำโดยการ นำปลาสลิดที่ล้างทำความสะอาดแล้วมาขอดเกล็ด ตัดหัว ควักไส้ และดองเกลือ ก่อนนำไปตากแดดในที่โล่ง อากาศถ่ายเทสะดวก (ปศุสัตว์.คอม,

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2562) และมักวางจำหน่ายตามแผงร้านค้าริมทาง ซึ่งอาจมีการปนเปื้อนโลหะหนักจากภาชนะที่ใช้ตากปลาหรือจากโลหะหนักที่ปนเปื้อนมากับฝุ่นละอองในอากาศ

จากการศึกษาปริมาณปนเปื้อนโลหะหนักสามชนิด ประกอบด้วย ตะกั่ว แคดเมียม และปรอท จากในเนื้อปลาและเครื่องในปลาสลิดจากอำเภอบางบ่อ จังหวัดสมุทรปราการ พบว่ามีปริมาณปนเปื้อนไม่เกินค่ามาตรฐานของกองควบคุมตรวจสอบผลิตภัณฑ์และการแปรรูปสัตว์ กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ จึงสรุปได้ว่าปลาสลิดจากพื้นที่เพาะเลี้ยงอยู่ในมาตรฐานที่ปลอดภัยสำหรับการบริโภค (สุรีย์พร และคณะ, 2558)

เนื่องจากข้อมูลการศึกษาการปนเปื้อนของโลหะหนักในปลาสลิด ในประเทศไทยยังมีข้อมูลน้อย ดังนั้นการศึกษาค้นคว้าอิสระนี้จึงทำการศึกษาการปนเปื้อนของโลหะหนักในปลาสลิดสดและปลาสลิดตากแห้ง และประเมินความเสี่ยงการได้รับสัมผัสของผู้บริโภค

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.2.1 ศึกษาปริมาณของโลหะหนักที่ปนเปื้อนในปลาสลิดสดและปลาสลิดตากแห้ง

1.2.2 ศึกษาการประเมินความเสี่ยงการได้รับสัมผัสของผู้บริโภค

1.3 ประโยชน์ที่ได้รับ

1.3.1 ทราบปริมาณปนเปื้อนของโลหะหนักในปลาสลิดสดและปลาสลิดตากแห้งที่ศึกษา

1.3.2 สามารถประเมินได้ว่าปลาสลิดที่ศึกษามีความเสี่ยงต่อสุขภาพผู้บริโภคได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎี

2.1.1 การเลี้ยงปลาสลิด (กองส่งเสริมการประมง, 2563)

2.1.1.1 ลักษณะทั่วไปของปลาสลิด

ภาพที่ 2.1 ปลาสลิด

ที่มา : พลังเกษตร (2562)

ปลาสลิดหรือปลาใบไม้ เป็นปลาน้ำจืด ซึ่งเป็นปลาพื้นบ้านของประเทศไทย มีแหล่งกำ เนิดอยู่ในที่ลุ่มภาคกลาง มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า Trichogaster pecteralis และนิยมเลี้ยงกันมาก บริเวณภาคกลางส่วนที่พบในประเทศเพื่อนบ้าน เช่น กัมพูชา เวียดนาม มาเลเซีย อินโดนีเซีย อินเดีย ปากีสถาน ศรีลังกา และฟิลิปปินส์ นั้น เป็นพันธุ์ปลาที่ส่งไปจากเมืองไทย เมื่อประมาณ 80-90 ปีที่ผ่านมา และเรียกว่า สยามหรือเซียมสำหรับแหล่งปลาสลิดที่มีชื่อเสียงเป็นที่รู้สักว่ามีรสชาติดี เนื้ออร่อย คือ ปลาสลิดบางบ่อจังหวัดสมุทรปราการ แต่ปัจจุบันโรงงานอุตสาหกรรมได้ขยายตัวอย่างแพร่หลายทำ ให้น้ำธรรมชาติที่จะระบายลงสู่บ่อเลี้ยงปลาสลิดมีคุณสมบัติไม่เหมาะสม ส่วนพื้นที่ดินพรุทางภาคใต้ในเขตจังหวัดนราธิวาส ซึ่งเป็นดินเปรี้ยวก็สามารถใช้เป็นที่เลี้ยงปลาสลิดได้ เพราะปลาสลิดเป็นปลาที่เลี้ยงง่าย อดทนต่อความเป็นกรด และน้ำที่มีปริมาณออกซิเจนน้อยได้ดี มีห่วงโซ่อาหารสั้น คือ กินแพลงก์ตอนเป็นอาหารต้นทุนการผลิตต่ำโดยจะเลี้ยงอยู่ในนาคนเลี้ยงปลาสลิดเรียกว่า ชาวนาปลาสลิด และบ่อเลี้ยงปลาสลิดเรียก แปลงนาปลาสลิดหรือล้อมปลาสลิด กรมประมงจึงได้ส่งเสริมให้เลี้ยงปลาสลิดในพื้นที่จังหวัดอื่น เช่น จังหวัดสมุทรสาคร เพื่อเพิ่มผลผลิตให้มีปริมาณเพียงพอต่อการบริโภค และส่งเป็นสินค้าออกในรูปผลิตภัณฑ์ปลาสลิดเค็มตากแห้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.1.2 อุปนิสัย

ปลาสลิดชอบอยู่ในบริเวณที่มีน้ำนิ่ง เช่น หนอง บึง ตามบริเวณที่มีพันธุ์ไม้น้ำ เช่น ผักและสาหร่าย เพื่อใช้เป็นที่พักอาศัยกำ บังตัว และก่อหวอดวางไข่ เนื่องจากปลาชนิดนี้โตเร็วในแหล่งน้ำธรรมชาติที่มีอาหารพวกพืช ได้แก่ สาหร่าย พืชและสัตว์เล็กๆ จึงสามารถนำ ปลาสลิดมาเลี้ยงในบ่อและนาข้าวได้เป็นอย่างดี

2.1.1.3 รูปร่างลักษณะ

ปลาสลิดมีรูปร่างคล้ายปลากระดี่หม้อ แต่ขนาดโตกว่า ลำตัวแบนด้านข้างมีครีบท้องยาวครีบเดียว สีของลำตัวมีสีเขียวออกเทาหรือมีสีคล้ำเป็นพื้นและมีริ้วดำพาดขวางตามลำตัวจากหัวถึงโคนหาง เกล็ดบนเส้นข้างตัวประมาณ 42-47 เกล็ด ปากเล็กยืดหดได้ ปลาสลิดซึ่งมีขนาดใหญ่เต็มที่จะมีความยาวประมาณ 20 เซนติเมตร

2.1.1.4 โรค

ปลาสลิดไม่ค่อยจะเป็นโรคร้ายแรง หากน้ำในบ่อเสียจะสังเกตเห็นปลาขึ้นมาหายใจบนผิวน้ำเพราะออกซิเจนที่ละลายน้ำไม่เพียงพอ วิธีแก้ไขก็คือต้องถ่ายน้ำเก่าออกและระบายน้ำใหม่เข้าหรือย้ายปลาไปไว้ในบ่ออื่น โดยเฉพาะมักจะเกิดเห็บปลา ซึ่งมีลักษณะตัวแบน สีน้ำตาลใสเกาะติดตามตัวปลามาดูดเลือดของปลากินความเจริญเติบโตของปลาชะงักลง ทำ ให้ปลาผอม การกำจัดโดยระบายน้ำสะอาดเข้าไปในบ่อให้มากๆ ตัวเห็บก็จะหายไปได้

2.1.1.5 การสืบพันธุ์

ลักษณะเพศปลาสลิดตัวผู้และตัวเมียมีความแตกต่างกัน ซึ่งสามารถสังเกตความแตกต่างอย่างเห็นได้ชัด คือ ปลาตัวผู้มีลำตัวยาวเรียว สันหลัง และสันท้องเกือบเป็นเส้นตรงขนานกัน มีครีบหลังยาวจรดหรือเลยโคนหางมีสีลำตัวเข้มและสวยกว่าตัวเมีย ส่วนตัวเมียมีสันท้องยาวมนไม่ขนานกับสันท้องและครีบหลังมนไม่ยาวจนถึงโคนหางสีตัวจางกว่าตัวผู้ ในฤดูวางไข่ท้องจะอูมเป่งออกมาทั้งสองข้าง อัตราการปล่อยพ่อแม่พันธุ์ปลาสลิด 1:1 เป็นปลาขนาดกลาง น้ำหนัก 10-12 ตัวต่อกิโลกรัมดีที่สุด

2.1.1.6 การเพาะพันธุ์ปลา

ปลาสลิดสามารถผสมพันธุ์และวางไข่ได้เมื่อมีอายุ 7 เดือน ขนาดโตเต็มที่โดยเฉลี่ยจะมีขนาดตัวยาวประมาณ 6-7 นิ้ว หนัก 130-400 กรัม ปลาสลิดจะเริ่มวางไข่ตั้งแต่เดือนเมษายนถึงเดือนสิงหาคม หรือในฤดูฝน แม่ปลาตัวหนึ่งๆ จะสามารถวางไข่ได้หลายครั้ง แต่ละครั้งจะได้ปริมาณไข่ประมาณ 4,000-10,000 ฟอง ในฤดูวางไข่ ท้องแม่ปลาจะอูมเป่งออกมาทั้งสองข้าง ลักษณะของไข่ปลาสลิดมีสีเหลือง ทั้งนี้ ควรจัดที่ให้ปลาสลิดวางไข่ภายในเดือนมีนาคม โดยหลังจากที่ได้กำจัดศัตรูระบายน้ำเข้า และปล่อยพันธุ์ปลาลงบ่อแล้ว ควรปลูกผักบุ้งรอบบริเวณชานบ่อ น้ำลึกประมาณ 20-30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เซนติเมตร ปลาสลิดจะเข้าไปก่อหวอดวางไข่ และลูกปลาวัยอ่อนจะสามารถเลี้ยงตัวหลบหลีกศัตรูตามบริเวณชานบ่อนี้ได้

2.1.1.7 การจัดการบ่อเพาะพันธุ์ปลาสลิดเพื่อให้ลูกปลามีอัตรารอดสูง

1. ระบายน้ำเข้าบ่อผ่านตะแกรงที่มีช่องตาขนาด 1 มิลลิกรัม จนท่วมชานบ่อ โดยรอบให้มีระดับสูง 20-30 เซนติเมตร ปลาจะเข้าก่อหวอดวางไข่มากขึ้นอาณาเขตบ่อก็จะกว้างขวางกว่าเดิมเป็นการเพิ่มที่วางไข่ และที่เลี้ยงตัวลูกปลามากขึ้น

2. สาดปุ๋ยมูลโคและมูลกระบือแห้งบนบริเวณชานบ่อที่ไขน้ำท่วมขึ้นมาใหม่ ตามอัตราการใส่ปุ๋ย จะทำให้เกิดไรน้ำและผักบนชานบ่อเจริญงอกงามขึ้นอีกด้วย

3. ปล่อยให้ผักขึ้นรกในบริเวณชานบ่อ ผักเหล่านี้ปลาสลิดจะใช้ก่อหวอดวางไข่และเป็นกำบังหลบหลีกศัตรูของลูกปลาในวัยอ่อนจนกว่าจะแข็งแรงเอาตัวรอดได้

2.1.1.8 การวางไข่

ก่อนปลาสลิดจะวางไข่ ปลาตัวผู้จะเป็นฝ่ายเตรียมการเลือกสถานที่ และก่อหวอด ซึ่งเป็นฟองน้ำละลายไว้ในระหว่างต้นผักบุ้งโปร่งไม่หนาทึบเกินไป เช่นเดียวกันปลากัดปลากริม และปลากระดี่ ปกติปลาสลิดตัวเมียจะชอบวางไข่ในที่ร่มมากกว่ากลางแจ้ง เมื่อเตรียมหวอดเสร็จแล้วปลาก็จะเริ่มผสมพันธุ์กันโดยตัวผู้จะเริ่มไล่ต้อนตัวเมียเข้าใต้ บริเวณหวอด และรัดท้องตัวเมียให้ไข่ออกแล้วปล่อยน้ำเชื้อเข้าผสมกับไข่ จากนั้นปลาตัวผู้จะอมไข่เข้าใต้หวอด ไข่จะลอยติดอยู่ที่หวอด

นอกจากการเพาะพันธุ์ปลาสลิดในบ่อแล้ว ยังเพาะในภาชนะได้อีกวิธีหนึ่ง คือ ใช้ถังทรงกลมปากกว้าง 1.50 เมตร ยาว 3 เมตร ลึก 60 เซนติเมตร น้ำลึกประมาณ 40 เซนติเมตร วางไว้กลางแจ้งโดยทำ เป็นเพิงคลุมถังประมาณ 2 ใน 4 ของถัง เพื่อกำ บังแดดใช้ผักบุ้งลอยไว้ 3 ใน 4 ของถัง แล้วปล่อยแม่ปลาที่กำ ลังมีไข่แก่ 10 ตัว ตัวผู้ 10 ตัว หลังจากปล่อยพ่อแม่พันธุ์ปลาเพียง 4-6 วัน ปลาสลิดจะเริ่มก่อหวอดวางไข่ ไข่ปลาจะฟักเป็นตัวและเติบโตเช่นเดียวกับการเพาะฟักในบ่อดิน จากนั้นให้ช้อนพ่อแม่ปลาออกแล้วเลี้ยงลูกปลาโดยให้ไข่ผงหรือไรน้ำเป็นอาหาร 2 สัปดาห์ จึงให้รำผงละเอียดจนกว่าลูกปลาจะมีขนาดยาว 2 เซนติเมตร เพื่อปล่อยลงบ่อเลี้ยงต่อไป หรือจะนำหวอดไข่จากบ่อเพาะเลี้ยงมาฟักในถังทรงกลมก็จะช่วยให้ลูกปลาสลิดมีชีวิตรอดเป็นจำนวนมากกว่าที่จะปล่อยให้เจริญเติบโตในบ่อเพาะเลี้ยงเองเพราะในบ่อมักมีศัตรูปลาสลิดอยู่ เช่น แมลงในน้ำ กบ งู ปลากินเนื้อ ซึ่งจะคอยทำลายไข่และลูกปลา อัตราลูกปลาจะรอดน้อยกว่าการนำพ่อแม่พันธุ์มาเพาะในภาชนะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.1.9 การฟักไข่

ไข่ปลาสลิดจะเริ่มฟักเป็นตัวภายในเวลา 24 ชั่วโมง และทยอยฟักเป็นตัวภายในเวลา48 ชั่วโมง ไข่ที่ไม่ได้รับการผสมจะเป็นราสีขาว ไม่ออกเป็นตัว ลูกปลาที่ออกจากไข่ใหม่ ๆ จะมีถุงอาหารติดอยู่ที่ท้อง และยังไม่กินอาหารโดยจะไม่กินประมาณ 7 วัน เมื่อถุงอาหารยุบหมด ลูกปลาจึงเริ่มกินอาหาร ซึ่งจะสังเกตเห็นลูกปลาขึ้นเหนือน้ำในตอนเช้าตรู่

2.1.1.10 การจัดการบ่อเพาะเลี้ยงหรือแปลงนา

ขนาดแปลงนาหรือบ่อปลาสลิดถ้าเลี้ยงปลาเป็นอาชีพเสริมเนื้อที่ 1 ไร่ แต่ถ้าเป็นอาชีพหลัก ควรมีเนื้อที่ตั้งแต่ 10 ไร่ขึ้นไป ในกรณีแปลงนาขนาดเล็กก็สามารถใช้แรงคนได้ โดยปักหลักและขึงเชือกเป็นแนวเขตคันดินและแนวเขตของคู (แนวเขตคันดิน คือ ฐานของดิน ซึ่งอย่างน้อยต้องกว้างเท่ากับคูและควรห่างแนวเขตคู 1 ศอก ถากหน้าดิน หญ้า และกิ่งไม้ที่เป็นคันออกให้หมด) ต่อจากนั้นใช้พลั่วขุดแทงลงดินแล้วดึงขึ้น แทงลงอีกข้างหนึ่งแล้วงัดขึ้นดินจะติดพลั่วขึ้นมา โยนดินไปไว้ในแนวเขตที่จะเป็นคันดิน ซึ่งจะพูนสูงขึ้นเรื่อยๆ และได้คูลึกตามที่ต้องการ ถ้าขุดล้อมนา 1 ไร่ จะเป็นความยาวคู 284 เมตร (7 เส้น 2 วา) คูกว้าง 1 วา ลึกครึ่งขา (75 เซนติเมตร) จะเป็นดินที่ขุดขึ้นมา 336 นิ้ว(ลูกบาศก์เมตร) หากขุดคนเดียววันละคิว จะใช้เวลา 168 วัน หรือจ้างคนขุดต้องใช้เงิน 16,800 บาท (ถ้าค่าแรงวันละ 100 บาท) ทั้งนี้ต้องระมัดระวัง คือ อย่าพยายามขุดให้ลึกกว่าครึ่งขาและอย่าเปิดหน้าดินให้มากนัก เพราะถ้า (ดินเปรี้ยว)เปิดหน้าดินมากและลึก น้ำจะเปรี้ยวมากและเปรี้ยวนานพร้อมกับทำ ทางน้ำเข้าออกด้วย

2.1.1.11 การเตรียมบ่อเลี้ยงหรือแปลงนา

บ่อเลี้ยงปลาสลิดหรือแปลงนาปลาสลิด จะเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้า มีคูล้อมทุกด้านหรืออย่างน้อย 2 ด้าน คูต้องกว้างอย่างน้อย 1 วา และลึกอย่างน้อยครึ่งขา (75 เซนติเมตร) ความสูงของคันต้องกั้นน้ำท่วมได้ และฐานต้องกว้างกว่าหรือเท่ากับความกว้างของคู ควรมีชานบ่อกว้างอย่างน้อย 1 เมตร สำหรับให้ปลาวางไข่บ่อขนาดเล็กที่สุด มีความกว้าง 10 เมตร ยาว 20 เมตร ลึก 1.50 เมตร ถ้าอยู่ติดกับแม่น้ำลำคลอง ซึ่งมีทางระบายถ่ายเทน้ำได้สะดวกนับว่าเป็นทำเลดี โดยมีวิธีการเตรียมบ่อ ดังนี้

1. การใส่ปูนขาว บ่อที่ขุดใหม่โดยทั่วไปแล้ว ดินมักจะมีสภาพเป็นกรด ควรใช้ปูนขาวโรยให้ทั่วบ่อ 1 กิโลกรัม ต่อเนื้อที่ 10 ตารางเมตร เพื่อแก้ความเป็นกรดของดินให้เจือจางลง น้ำก็จะเปลี่ยนแปลงสภาพไปจากธรรมชาติ คือ รักษาความเป็นกลางหรือเป็นด่างเล็กน้อยไว้ได้ ซึ่งเป็นน้ำที่มีคุณสมบัติเหมาะสมที่จะใช้เลี้ยงปลา คือ มีพีเอชอยู่ระหว่าง 6-7 การตรวจสอบน้ำจะชิมหรือตรวจด้วยกระดาษลิตมัส

2. การกำจัดสิ่งรก ถ้าเป็นบ่อเก่าที่ไม่เคยใช้เลี้ยงปลา ควรกำจัดวัชพืชต่างๆ ที่รกรุกรังในบ่อปลาให้หมด หากบ่อตื้นเขินไม่เหมาะแก่การเลี้ยงปลาควรสูบน้ำออกลอกเลนและตกแต่งพื้นบ่อให้มั่นคงแข็งแรง แล้วตากบ่อให้แห้งประมาณ 1 สัปดาห์เพื่อให้แสงแดดช่วยฆ่าและกำจัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เชื้อโรคต่างๆ สำหรับบ่อเก่าที่ไม่จำเป็นจะต้องลอกเลน หลังจากได้กำจัดสิ่งรกต่างๆ ในบ่อหมดสิ้นแล้ว ถ้ามีน้ำอย่างพอเพียงก็สามารถใช้เลี้ยงปลาได้แต่ก่อนจะปล่อยพันธุ์ปลาลงเลี้ยง ควรใช้โล่ติ๊นฆ่าศัตรูต่างๆ ของปลาในบ่อให้หมดสิ้นเสียก่อน โดยใช้โล่ติ๊นสดหนัก 1 กิโลกรัมต่อน้ำ 100 ลูกบาศก์เมตร ทุบโล่ติ๊นให้ละเอียดแช่น้ำไว้ โล่ติ๊นสดหนัก 3 กิโลกรัม ใช้น้ำประมาณ 2 ปีบ ขยำเอาน้ำสีขาวออกหลายๆ ครั้งจนหมด แล้วนำไปสาดให้ทั่วๆ บ่อปลาต่าง ๆ ที่เป็นศัตรูจะเริ่มตายหลังจากที่ใส่โล่ติ๊นลงไปประมาณ 30นาที จากนั้นจะตายต่อไปจนหมดบ่อที่ใส่โล่ติ๊น แล้วปล่อยทิ้งไว้ประมาณ 7-8 วัน เพื่อให้พิษของโล่ติ๊นสลายตัวหมดเสียก่อน จึงนำพันธุ์ปลาสลิดปล่อยลงเลี้ยงต่อไป

2.1.1.12 การเตรียมเพาะตะไคร่น้ำ

เนื่องจากตะไคร่น้ำเป็นอาหารจำเป็นสำหรับลูกปลาสลิดขนาดใหญ่ ดังนั้นในขณะที่กำลังตากบ่ออยู่เพื่อมิให้เสียเวลาควรจะเตรียมการเพาะอาหารธรรมชาติสำ หรับปลาไปด้วยวิธีการเพาะอาหารธรรมชาติ โดยใช้ปุ๋ยคอกโรยให้ทั่วบ่อ อัตราส่วนปุ๋ยคอก100 กิโลกรัม ต่อเนื้อที่ 1 ไร่ แล้วระบายน้ำเข้าบ่อให้มีระดับสูงจากพื้นบ่อ 10-20 เซนติเมตร ปล่อยไว้ 7-10 วัน จะเกิดตะไคร่น้ำหรือที่เรียกว่าขี้แดด จากนั้นจึงค่อยระบายน้ำเข้าบ่อตามระดับที่ต้องการถ้าเป็นบ่อใหม่ภายหลังที่ใส่ปุ๋ยและปล่อยน้ำเข้าแล้วควรนำเชื้อตะไคร่น้ำที่หาได้จากน้ำที่มีสีเขียวจัดโดยทั่วไปมาใส่ลงในบ่อเพื่อเร่งให้เกิดตะไคร่น้ำเร็วยิ่งขึ้น

2.1.1.13 การปลูกพันธุ์ไม้น้ำในบ่อปลา

เนื่องจากตะไคร่น้ำเป็นอาหารจำเป็นสำหรับลูกปลาสลิดขนาดใหญ่ ดังนั้นในขณะที่กำลังตากบ่ออยู่เพื่อมิให้เสียเวลาควรจะเตรียมการเพาะอาหารธรรมชาติสำหรับปลาไปด้วยบ่อปลาสลิด ควรปลูกพันธุ์ไม้น้ำ เช่น ผักบุ้ง แพงพวย และผักกระเฉด เพื่อให้เหมาะสมกับนิสัยและความเป็นอยู่ของปลาสลิด กล่าวคือ พันธุ์ไม้น้ำแหล่งนี้นอกจากจะเป็นประโยชน์แก่ปลา โดยใช้เป็นอาหารและร่มเงาแล้วยังเป็นที่สำหรับปลาได้วางไข่ในฤดูฝน (ระหว่างเดือนเมษายน-สิงหาคม) ปลาจะหาทำเลที่วางไข่ตามที่ตื้นและมีพันธุ์ไม้น้ำเพื่อก่อหวอดวางไข่กิ่งใบและก้านจะเป็นสิ่งสำคัญในการยึดเหนี่ยวมิให้หลุดพลัดแตกกระจัดกระจายไป และเมื่อไข่ปลาฟักออกเป็นตัวแล้วก็จะเป็นที่ให้ลูกปลาได้อาศัยเลี้ยงตัวกำบังร่มเงาและหลบหลีกศัตรูได้เป็นอย่างดีสำหรับการปลูกพันธุ์ไม้น้ำดังกล่าว ควรจะปลูกตามบริเวณชานบ่อที่มีน้ำตื้นๆ ซึ่งเหมาะสมที่จะเป็นที่อยู่อาศัยและเป็นที่วางไข่ของปลาสลิดมากกว่าผักที่ขึ้นอยู่กลางบ่อ

2.1.1.14 การใส่ปุ๋ย

บ่อปลาบางแห่งปุ๋ยธรรมชาติในดินไม่เพียงพอที่จะทำให้เกิดจุลินทรีย์ ซึ่งเป็นสัตว์ที่มีชีวิตเล็กๆในน้ำที่ลูกปลาใช้เป็นอาหาร จำเป็นต้องใส่ปุ๋ยคอก ได้แก่ มูลโค มูลกระบือที่ตากแห้งแล้ว โรยปุ๋ยตามริมบ่อในอัตรา 10 กิโลกรัมต่อเนื้อที่ 160 ตารางเมตร โดยปกติควรใส่ปุ๋ยคอก 2-3 เดือนต่อครั้ง การที่จะให้บ่อปลามีอาหารธรรมชาติอยู่เสมอนั้น ให้นำปุ๋ยหมักไปกองไว้บริเวณริม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บ่อด้านใดด้านหนึ่ง (ปุ๋ยหมักนี้จะใช้หญ้าสดที่ดายทิ้งกองอัดให้แน่นแล้วใส่ปุ๋ยคอกผสมลงไปด้วย เพื่อให้หญ้าสดสลายตัวเร็วขึ้นจะช่วยเร่งให้เกิดจุลินทรีย์และไรน้ำต่างๆ เพื่อใช้เป็นอาหารของปลาสลิดต่อไป สำหรับการใส่ปุ๋ยต้องระวังอย่าใส่มากเกินกว่าที่กำหนดไว้ เพราะอาจจะเกิดน้ำเขียวจัดหรือน้ำเสีย ถ้าเป็นช่วงที่ฟ้าครึ้มไม่มีแดดติดต่อกันหลายวันหรือมีการฟันหญ้าเพิ่มด้วย ทั้งนี้ให้หมั่นตรวจดูสีน้ำซึ่งมีกรรมวิธีทดสอบง่าย ๆ คือ ถ้าใช้มือกำแล้วหย่อนลงไปในน้ำระดับข้อศอก แล้วมองไม่เห็นกำมือควรรีบเติมน้ำเข้าหรือสูบน้ำในบ่อพ่นไปในอากาศหากลูกปลายังมีขนาดเล็ก ต้องป้องกันมิให้ลูกปลาเข้าปลายท่อสูบน้ำ วิธีนี้เป็นการเพิ่มอากาศบริสุทธิ์ในน้ำ

2.1.1.15 การปล่อยปลาสลิดลงเลี้ยง

เวลาที่เหมาะสมสำหรับการปล่อยปลาก็คือ เวลาเช้าตรู่หรือเวลาเย็น เพราะเวลาดังกล่าวน้ำในบ่อไม่ร้อนจัด ปลาที่ปล่อยลงไปจะปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมได้และไม่ตายง่าย อัตราส่วนของปลาที่ปล่อยลงเลี้ยงประมาณ 5-10 ตัว ต่อเนื้อที่ผิวน้ำ 1 ตารางเมตร เป็นอย่างมาก

2.1.1.16 การให้อาหาร

อาหารที่ปลาสลิดชอบกิน คือ ตะไคร่น้ำ รำ ละเอียด หรือปลายข้าวต้ม ปนกับผักบุ้งที่หั่นแล้ว แหนสดและปลวกอาหารของลูกปลาวัยอ่อนซึ่งมีอายุ 7-12 วัน ให้ตะไคร่น้ำและไรน้ำเป็นอาหาร เมื่อลูกปลามีอายุ 21วัน-1 เดือน ให้รำข้าวละเอียดต้มปนกับผักบุ้งที่หั่นละเอียด แหนสด และปลวกบ้าง (ผัก 1 ส่วน รำ 2 ส่วน) ทั้งนี้ต้มผักให้เปื่อยเสียก่อน แล้วจึงเอารำลงไปเคล้าปั้นเป็นก้อนให้กินเพียงวันละ 2 ครั้ง ในเวลาเช้าระหว่าง 7.00-8.00 น. และเย็น ประมาณ 3-5% โดยใส่อาหารบนแป้นซึ่งอยู่ใต้ระดับน้ำ 1 คืบ อย่าให้อาหารเหลือข้ามวัน จะทำให้น้ำเน่าเสียได้ ควรดีดน้ำให้เป็นสัญญาณ ปลาจะได้เคยชินและเชื่องด้วย

2.1.1.17 การเจริญเติบโต

ปลาขนาด 5 เซนติเมตร ใช้เวลาเพียง 5-6 เดือน ถ้าปลาขนาด 10 เซนติเมตร ใช้เวลาเลี้ยง 7-8 เดือน ส่วนการเลี้ยงลูกปลาจากพ่อแม่ปลาจะใช้เวลา 10-11 เดือน จึงจับขายได้

2.1.1.18 การจับปลาสลิด

เมื่อมีความต้องการจะจับลูกปลาสลิดวัยอ่อนไปแยกเลี้ยง ควรใช้กระชอนผ้าช้อนตัก และใช้ขันหรือถังตักลูกปลาทั้งน้ำและตัวปลาเพื่อมิให้ปลาช้ำ ถ้าเป็นปลาที่โตแล้วใช้สวิงตาถี่ช้อนแล้วใช้ขันตักขึ้นจากสวิงอีกชั้นหนึ่ง หรือลดระดับน้ำลงทีละน้อยเพื่อให้ปลารู้สึกตัว และหนีลงไปอยู่ในคู โดยเดินตรวจบนแปลงนาว่าไม่มีปลาค้างบนแปลงนาเอาอวนเปลวางไว้ในคูตรงจุดที่ลึกที่สุด สูบน้ำออกจากคูทีละน้อย ปลาจะหนีลงไปอยู่ในคูและในอวนจึงรวบหูอวนขึ้นปลาจะติดอยู่ในอวน ในกรณีที่ต้องการจับปลาเพื่อใช้ประกอบอาหารประจำวัน ควรใช้ลอบยืนวางไว้ตามมุมบ่อ ถ้าใช้แหทอดหรือสวิงตักที่แป้นอาหารปลาจะเข็ดไม่มากินอาหารหลายวัน ระยะเวลาที่ควรจับปลาให้หมดทั้งบ่อเพื่อจำหน่าย คือ เดือนมีนาคม เพราะเป็นฤดูที่ปลาไม่วางไข่ โดยใช้เฝือกล้อมและสวิงตักออกจากเฝือกที่ล้อมนั้นแล้วคัดปลาเก็บไว้เป็นพ่อแม่พันธุ์เพื่อการเพาะเลี้ยงรุ่นต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2 กระบวนการผลิตปลาสลิดตากแห้ง (ปศุสัตว์.คอม, 2562)

ภาพที่ 2.2 ปลาสลิดตากแห้ง

ที่มา : ปศุสัตว์.คอม (2562)

ในการผลิตปลาสลิดแดดเดียวหรือปลาสลิดตากแห้ง มีวิธีการเริ่มจากการตัดหัว และควักไส้แล้วนำมาล้างด้วยน้ำสะอาดก่อนนำมาคลุกเค้าด้วยเกลือ และน้ำแข็ง ทิ้งไว้ 1 คืน จากนั้นล้างด้วยน้ำ ก่อนนำไปตากแดดปกติแล้วสัดส่วนของปลาต่อเกลือต่อน้ำแข็งจะอยู่ที่ 1:1:1

2.1.2.1 การคัดเลือกปลา และทำความสะอาด

1. ควรเป็นปลาที่มีความสด เหมาะสมที่จะใช้บริโภคได้ เมื่อนำมาตัดแต่ง
2. ควรเป็นปลาที่มีไขมันอยู่ในเนื้อปลา

2.1.2.2 การคัดขนาดของปลา

1. ปลาใหญ่พิเศษ 4 – 6 ตัว/กิโลกรัม
2. ปลาใหญ่ 6 – 9 ตัว/กิโลกรัม
3. ปลารอง 12 – 16 ตัว/กิโลกรัม
4. ปลาจิ๋ว เป็นปลาที่มีขนาดเท่าๆ ปลากระดี่ นำไปเรียงเป็นวง ๆ แล้วตากแห้ง เรียกว่า ปลาวง

หลังจากการคัดแยกเสร็จจะทำการตัดแต่ง โดยการขอดเกล็ด ตัดหัว และชักไส้ หลังจากนั้น ให้ล้างให้สะอาดด้วยน้ำเกลือ 7-10 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก เพื่อขจัดเลือดและเมือกออกจากตัวปลาให้มากที่สุด แล้วปล่อยไว้ให้สะเด็ดน้ำก่อนใส่เกลือ เมื่อได้ปลาที่ต้องการแล้ว เข้าสู่กรรมวิธีการทำเค็มต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2.3 การใช้เกลือหมัก

<u>การใช้เกลือเม็ด</u>

กรรมวิธีที่ 1 เคล้าปลากับเกลือให้ทั่วแล้วเรียงปลาเป็นชั้นๆ ในภาชนะที่ใช้หมัก โดยการโรยเกลือคั่นระหว่างชั้นให้สูงไม่เกิน 1.5 เมตร เกลือจะดูดน้ำออกจากตัวปลา เพื่อละลายตัวเองเป็นน้ำเกลือ และเกลือจะซึมเข้าสู่ตัวปลาอย่างรวดเร็วป้องกันไม่ให้ปลาเน่าเสีย น้ำจากตัวปลาจะกลายเป็นน้ำเกลือซึ่งจะปล่อยทิ้งไป และเพื่อให้น้ำในตัวปลาซึมออกมากที่สุด จึงควรใช้ของหนักวางทับหรือขัดเพื่อกันไม่ให้ปลาลอย

กรรมวิธีที่ 2 เรียงปลาเป็นชั้นๆ ในภาชนะที่ใช้หมัก โดยโรยเกลือคั่นระหว่างชั้น เมื่อเกิดน้ำเกลือท่วมตัวปลาแล้วทิ้งไว้เช่นนั้นสักระยะหนึ่ง หรือจนปลามีความเค็มตามต้องการ หากเห็นว่า เกลือที่ใช้ครั้งแรกไม่พอ ให้เติมเกลือลงไปอีก

<u>ใช้น้ำเกลือ (Wet or brine salting)</u>

ใส่ปลาในภาชนะที่ใช้หมัก ใช้วัสดุที่เหมาะสมวางทับหรือขัดเพื่อกันไม้ให้ปลาลอย เทน้ำเกลืออิ่มตัวหรือน้ำเกลือที่มีความเข้มข้น ไม่น้อยกว่า 12 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักให้ท่วมปลา โดยใช้อัตราส่วนของน้ำเกลือต่อปลา 1 : 1 โดยน้ำหนัก เพื่อให้ปลาเค็มที่ได้มีลักษณะและเนื้อสัมผัสเป็นที่ยอมรับ น้ำเกลือควรต้ม กรองและปล่อยให้เย็นก่อนใช้ เพื่อป้องกันการเน่าเสียของปลาอันเกิดจากการเจริญของแบคทีเรียที่ชอบเกลือ

<u>ใช้เกลือเม็ดกับน้ำเกลือ</u>

เคล้าปลากับเกลือให้ทั่ว และใส่ในช่องท้องกับช่องเหงือกด้วย เรียงปลาเป็นชั้นๆ ในภาชนะที่ใช้หมักโดยโรยเกลือคั่นระหว่างชั้น แล้วโรยเกลือทับหน้าหนาประมาณ 7.5 เซนติเมตร อีกชั้นหนึ่ง ใช้วัสดุที่เหมาะสมวางทับหรือขัดเพื่อกันไม่ให้ปลาลอย แล้วเติมน้ำเกลืออิ่มตัวลงในภาชนะที่ใช้หมักจนท่วมตัวปลาหมักทิ้งไว้เป็น เวลา 7 – 10 วัน

หลังจากการขอดเกล็ด ตัดหัว ควักไส้แล้วให้ดองเกลือในอัตราส่วนต่างๆ กัน ดังนี้

1. ปลาขนาดเล็ก อัตราส่วน ปลา : เกลือ 20 : 1

2. ปลาขนาดกลาง อัตราส่วน ปลา : เกลือ 19 : 1

3. ปลาขนาดใหญ่ อัตราส่วน ปลา : เกลือ 18 : 1

4. ทำการดองเกลือ 1 คืน (ประมาณ 12 ชั่วโมง) เอาออกมาล้าง

การหมักจะใช้เกลือป่นคลุกเคล้าให้ทั่วแล้วนำไปหมักหรือดองในถังหมัก โดยถังหมัก 1 ถัง สามารถจุปลาได้ประมาณ 200 ตัว ซึ่งในขณะที่ทำการหมักจะมีฝาปิดไว้เพื่อป้องกันไม่ให้แมลงวันลงไปไข่ แบ่งการหมักออกเป็น 2 ลักษณะ คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ใส่เกลือลงไปในปลาในจำนวนที่เหมาะสม

2. การเพิ่มน้ำแข็งเข้าไป ซึ่งจะทำให้ปลามีคุณภาพดีและเค็มได้นานกว่าหลังจากหมักปลาประมาณ 1 คืน ก็จะนำไปล้างน้ำเพื่อเอาเกลือออก และเกลือที่ใช้หมักปลาในถังหมักจะใช้ได้เพียงครั้งเดียว ถ้าหากจะทำการหมักปลาใหม่จะต้องล้างถังให้สะอาด และดำเนินการในขั้นตอนแปรรูปขอดเกล็ด และหมักใหม่อีกครั้ง

2.1.2.4 การทำแห้ง

การทำแห้งโดยวิธีธรรมชาติ หลังจากหมักปลาตามระยะเวลาการหมักซึ่งแตกต่างกันในแต่ละสูตรข้างต้นแล้ว นำปลาไปล้างน้ำต้มสุกที่เย็นแล้ว เพื่อเอาเกลือออกจากนั้นนำไปตากแดด โดยมีวิธีการตาก ดังนี้

1. ควรตากในที่โล่ง ๆ อากาศถ่ายเทได้สะดวก ปลาจะแห้งเร็ว และไม่มีแมลงวัน

2. การตากต้องไม่งอตัวปลา เพราะจะดูไม่สวย

3. ก่อนตากปลาต้องทำให้ครีบแผ่ออก ดูแล้วสวยงาม

ระยะเวลาการตากปลาสลิดจะแตกต่างกันตามฤดูกาล ดังนี้

1. ฤดูหนาวจะใช้เวลาตากประมาณ 1-2 แดด เพราะอากาศแห้งมีลมช่วยทำให้ปลาแห้งเร็ว

2. ฤดูฝนจะใช้เวลาตากประมาณ 1.5-3 แดด

2.1.3 โลหะหนัก (สาวิตรี, 2559)

โลหะหนัก หมายถึง โลหะที่มีความถ่วงจำเพาะตั้งแต่ 5.0 ขึ้นไป ไม่รวมโลหะแอลคาไลน์ (Alkali) และโลหะแอลคาไลน์เอิร์ท (Alkaliearth) โดยทั่วไปโลหะหนักจะเป็นธาตุในตารางธาตุที่มีเลขอะตอม (Atomic number) อยู่ในช่วง 23-92 และอยู่ในคาบที่ 4-7 ของตารางธาตุ โลหะหนักมีทั้งหมด 69 ธาตุจากจำนวนธาตุที่เป็นโลหะทั้งหมด 83 ธาตุ ซึ่งอยู่ในกลุ่มของธาตุแทรนซิชัน (Transition element) เช่น โครเมียม (Cr) ปรอท (Hg) และแคดเมียม (Cd) เป็นต้น และในกลุ่มของธาตุเรพรีเซนเททีฟ (Representative elements) เช่น ตะกั่ว (Pb) อาร์เซนิก (As) และพลวง (Sb) เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.4 แหล่งที่มาของโลหะหนัก (สาวิตรี, 2559)

2.1.4.1 แหล่งตามธรรมชาติ

เนื่องจากในธรรมชาติโลหะต่างๆ ปะปนอยู่กับหินแร่ธาตุต่างๆ เช่น ในหินอัคนีและหินแปรมีตะกั่ว 10-20 มิลลิกรัมต่อลิตร แคดเมียมพบปะปนอยู่กับแร่สังกะสี ส่วนปริมาณโลหะหนักที่มีในบรรยากาศจะขึ้นอยู่กับความมากน้อยของการเซาะกร่อนโดยลม องค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นละออง และความมากน้อยของการตกลงมาสู่พื้นดินหรือแหล่งน้ำของฝุ่นละออง ซึ่งควบคุมด้วยความถี่ของวันที่ฝนตกและขนาดของฝุ่นละอองนั้นๆ

2.1.4.2 แหล่งที่มนุษย์เกี่ยวข้อง

1. แหล่งที่อยู่กับที่ เช่น โรงงานประเภทต่างๆ ที่มีกระบวนการผลิตเกี่ยวข้องกับโลหะหนักจะปลดปล่อยโลหะหนักสู่สภาวะแวดล้อมเสมอ เช่น แคดเมียมจากโรงงานชุบโลหะหนัก โรงงานทำสีและโรงงานผลิตเม็ดพลาสติก ตะกั่วจากโรงงานผลิตแบตเตอรี่และโรงงานกลั่นน้ำมัน ยานพาหนะเป็นแหล่งใหญ่ในการเกิดการกระจายตัวของตะกั่วในบรรยากาศแหล่งชุมชน

2. แหล่งที่เคลื่อนที่เป็นแหล่งที่ทำให้เกิดปัญหามลภาวะและได้รับความสนใจค้นคว้ากันอย่างกว้างขวาง โดยเฉพาะในย่านชุมชนที่มีการจราจรหนาแน่นเพราะโลหะหนักที่ก่อให้เกิดปัญหามาก คือ ตะกั่วและแคดเมียม

3. การเกษตร โดยการนำสารเคมีต่างๆ มาใช้เพิ่มเติมผลผลิตทั้งในรูปของปุ๋ยซึ่งเป็นผลทางตรงและยาปราบศัตรูพืชต่างๆ ซึ่งมีผลในทางป้องกันการสูญเสีย ดังนั้นการเกษตรจึงเป็นแหล่งที่ส่งเสริมให้มีผลตกค้างของโลหะหนักได้อีกทางหนึ่ง

4. แหล่งอื่นๆ เป็นแหล่งที่มีการนำเอาโลหะหนักไปใช้ประโยชน์ด้านต่างๆ เช่น สีทาบ้าน ผงซักฟอกจะมีตะกั่วและแคดเมียมปะปน เป็นต้น

2.1.5 การสะสมโลหะหนักในสิ่งมีชีวิตในน้ำ

โลหะหนักสามารถเข้าสู่ร่างกายสิ่งมีชีวิตในน้ำโดยการดูดซึมผ่านเนื้อเยื่อโดยตรงจากน้ำและการกินเข้าไป (Bioconcentration) โดยในแหล่งน้ำโลหะหนักจะอยู่ในลักษณะที่ละลายน้ำและในลักษณะที่เกาะอยู่กับอนุภาคของสารอินทรีย์ซึ่งเป็นอาหารของสิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก สิ่งมีชีวิตอาจได้รับโลหะหนักทั้งโดยตรงและโดยอ้อมจากน้ำ คือ ผ่านอาหารที่กินเข้าไป และจากตะกอนดินท้องน้ำ (Bioaccumulation) แล้วเกิดการสะสมของโลหะหนักเพิ่มมากขึ้นในสิ่งมีชีวิตตามระดับขั้นผู้บริโภคที่สูงขึ้นไปในห่วงโซ่อาหาร (Biomagnification) จากนั้นจะเกิดการถ่ายทอดและสะสมใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื้อเยื่อส่วนต่างๆ โดยที่ปริมาณการสะสมของโลหะหนักในอวัยวะต่างๆ จะแตกต่างกันออกไป (ศุภลักษณ์, 2557)

มนุษย์จะรับโลหะหนักเข้าสู่ร่างกายโดยการบริโภค น้ำ พืชน้ำ สัตว์น้ำ เช่น กุ้ง หอย ปู ปลา สาหร่าย เป็นต้น จากการกินตามห่วงโซ่อาหาร โดยโลหะหนักเป็นอันตรายในอาหาร (food hazard) ประเภทอันตรายทางเคมี (chemical hazard) (กองตรวจสอบคุณภาพสินค้าประมง, 2562)

2.1.6 อันตรายของโลหะหนักต่อร่างกาย (มหาวิทยาลัยมหิดล สถาบันนวัตกรรมการเรียนรู้, 2562)

2.1.6.1 ตะกั่ว (Pb)

เป็นโลหะหนักมีสีเทาเงิน หรือแกมน้ำเงินเกิดขึ้นตามธรรมชาติ ปัจจุบันอุตสาหกรรมหลายประเภทมีการใช้ตะกั่วเป็นวัตถุดิบเป็นจำนวนมาก ซึ่งทำให้เกิดการปลดปล่อยตะกั่วและสารประกอบของตะกั่วในรูปของสารมลพิษออกสู่สภาวะแวดล้อม ทำให้มีการปนเปื้อนของตะกั่วทั้งในดิน น้ำ และอากาศ ตะกั่วสามารถเข้าสู่ร่างกายได้ 3 ทาง คือ ทางอาหาร ทางการหายใจ และทางผิวหนัง เมื่อสาร ตะกั่วเข้าสู่ร่างกาย ส่วนใหญ่จะจับยึดอยู่กับเม็ดเลือดแดงจะไปลดการสร้าง heme ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของเม็ดเลือดแดงโดยไปยับยั้งเอ็นไซม์ที่เกี่ยวกับการสร้าง heme นอกจากนี้ ตะกั่วยังมีผลต่อตับ หัวใจและเส้นเลือด ภาวะเจริญพันธุ์ โครโมโซม และก่อให้เกิดโรคมะเร็ง และความพิการแต่กำเนิดอีกด้วย

2.1.6.2 แคดเมียม (Cd)

เป็นโลหะมีสีเงิน มีอยู่น้อยตามธรรมชาติ โดยทั่วไปแคดเมียมที่ปนเปื้อนอยู่ในสิ่งแวดล้อมจะพบในแหล่งทำเหมืองสังกะสีและตะกั่ว ในอุตสาหกรรม ยาสูบและบุหรี่ พลาสติกและยาง นอกจากนี้ยังนิยมใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมผลิตแบตเตอรี่ อุปกรณ์ไฟฟ้า โลหะผสม อะไหล่รถยนต์ โลหะผสมในอุตสาหกรรมเพชรพลอยอีกด้วย แคดเมียมที่ปนเปื้อนในน้ำ อาหาร และในยาสูบเมื่อเข้าสู่ร่างกายจะถูกดูดซึมในกระเพาะอาหาร แล้วแพร่กระจายไปที่ตับ ม้ามและลำไส้ และสะสมเพิ่มขึ้นในปริมาณสูงจะทำให้เกิดมะเร็ง ไตทำงานผิดปกติ นอกจากนี้ยังทำให้เกิดโรคความดันโลหิตสูง ปวดกระดูกสันหลัง แขนขาซึ่งจะทำให้ไตพิการได้ โรคที่เกิดจากพิษของแคดเมียมเรียกว่า โรคอิไต-อิไต (Itai Itai disease)

2.1.6.3 ปรอท (Hg)

เป็นโลหะหนักที่ของเหลวระเหยเป็นไอได้ง่ายในภาวะปกติ ลักษณะภายนอกมีสีเงินสามารถไหลได้จึงเรียกว่า “เงินที่ไหลได้ (fluid silver)” ปรอทพบมากในแหล่งที่มีการเผาไหม้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำมันเชื้อเพลิง โลหะ โรงงานผลิตปูนซีเมนต์ ในอุตสาหกรรมที่มีการใช้สารประกอบของปรอท นอกจากนี้ยังใช้ในวงการแพทย์ เช่นเป็นสารอุดฟัน ไอปรอทที่เข้าสู่ร่างกาย จะถูกดูดซึมเข้าสู่ระบบหมุนเวียนโลหิตทันที และกระจายไปยังสมองและส่วนอื่น ๆ ของร่างกายได้รวดเร็ว การได้รับสารปรอทสะสมเป็นเวลานานจะทำให้มีอาการมือ และใบหน้าเกิดอาการบวมและเจ็บ บางคนอาจเกิดอาการเหน็บชาบางส่วนจนเป็นอัมพาต โรคที่เกิดจากปรอท เรียกว่า โรคมินามาตะ

2.1.6.4 ดีบุก (Sn)

ดีบุกเป็นธาตุที่พบได้ตามธรรมชาติ แต่จะพบดีบุกในดินและอาหารต่างๆในปริมาณน้อย ดีบุกใช้ในการผลิตกระป๋อง ตะกั่วบัดสี เหล็ก ท่อทองแดง ตัวดีบุกเองไม่มีโทษร้ายแรงต่อร่างกายมนุษย์แต่สารอินทรีย์ของดีบุกจะมีโทษร้ายแรง เช่น dimethyl tin , dialkyl tin และ triphenyl tin

2.1.6.5 ทองแดง Copper (Cu)

ส่วนมากพบทั้งในรูปไอ และเกลือของทองแดง เนื่องจากการหลอมโลหะทองแดง ทองเหลือง การเชื่อมและบัดกรีโลหะ โดยใช้โลหะผสมของทองแดง ซึ่งโทษ ทำให้เกิดการระคายเคืองและอักเสบที่ตา ระบบหายใจ ระบบ ทางเดินอาหารและประสาทรสสัมผัสเสีย ถ้าร่างกายได้รับไอทองแดงมาก ๆ จะทำให้เกิด การคลื่นไส้ อาเจียน เป็นไข้ (metal fume fever) อาจทำให้ผิวหนังและผมเปลี่ยนสีได้ ถ้าได้รับในปริมาณมาก ทำให้เนื้อเยื่อจมูกอักเสบ และเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดโรคโลหิตจาง

2.1.6.6 สังกะสี Zinc (Zn)

ที่พบในอากาศส่วนใหญ่อยู่ในรูปของ ZnO, ZnS และ $ZnSO_4$ จากอุตสาหกรรมทำเหมืองแร่ เช่น การบด ย่อยแร่ ส่วนประกอบรั้วบ้านหลังคา หรือวัสดุ อื่นที่ใช้สังกะสีเป็นโลหะผสม นอกจากนี้ยังเกิดจากสารประกอบของสังกะสีที่นำมาทำยาฆ่าเชื้อรา เช่น zinc dimethyl dithiocarbamate ผลที่เกิดต่อมนุษย์ ทำให้เกิดอาการอ่อนเพลีย วิงเวียนศีรษะ และอาการท้องร่วง ถ้าได้รับไอฝุ่นของสังกะสี เข้าร่างกายมาก ๆ จะเกิดอาการไข้ที่เรียกว่า Zinc chills ซึ่งมีอาการจับไข้หนาวสั่น ปวดกล้ามเนื้อ อาเจียน

2.1.6.7 อลูมิเนียม (Al)

เป็นโลหะที่มีมากที่สุดในโลก พบทั่วไปในดิน น้ำดื่ม อาหาร ภาชนะบรรจุต่างๆ ยา สารระงับกลิ่นตัว ตลอดจนฝุ่นละอองในอากาศ ซึ่งมีอาการเป็นพิษ คือ มีก๊าซมากในลำไส้ ลำไส้ใหญ่อักเสบ เสียดท้อง โลหิตจาง ปวดศีรษะ ความจำเสื่อม แก่เกินวัย ร่างกายดูดซึมแคลเซียมได้น้อยลง กระดูกบาง กล้ามเนื้อไม่มีแรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.6.8 สารหนู (As)

ในธรรมชาติเกิดเป็นออกไซด์ (AsO) ซึ่งมักจะรวมอยู่กับแร่ธาตุอื่นๆ กลายเป็นรูปสารประกอบทั้งในน้ำและดินมักพบในการทำเหมืองดีบุก สารหนู สารประกอบสารหนูที่อยู่ในรูปสารประกอบอินทรีย์จะมีความเป็นพิษมากกว่าสารประกอบอนินทรีย์สารหนูใช้ในอุตสาหกรรมด้านการเกษตร อุตสาหกรรมย้อมผ้า เมื่อได้รับเข้าสู่ร่างกายทางอาหาร หากได้รับปริมาณมากอาจทำให้เกิดการทำลายระบบสมอง และทำลายตับเกิดอาการตับอักเสบได้ ในบางรายมีโปรตีนขับออกมาทางปัสสาวะ

2.1.7 การประเมินความเสี่ยง (Risk Assessment) (สถาบันอาหาร, 2563)

การประเมินความเสี่ยง (Risk Assessment) เป็นกระบวนการหนึ่งที่องค์การอนามัยโลก (WHO) และโครงการมาตรฐานอาหาร WHO/ FAO ซึ่งเป็นหน่วยงานที่กำหนดมาตรฐานอาหารระหว่างประเทศ หรือ มาตรฐานโคเด็กซ์ (Codex) ได้เลือกมาเป็นวิถีทางที่ใช้ในการลดความเสี่ยงจากอันตรายทั้ง 3 ด้านคือ อันตรายด้านกายภาพ ด้านเคมี และด้านชีวภาพที่พบอยู่ในอาหาร โดยเฉพาะความเสี่ยงที่เกิดจากเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคและสารพิษ อีกทั้งยังเป็นวิธีการที่นำมาใช้เพื่อให้ได้ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ประกอบการตัดสินกรณีเกิดข้อพิพาททางการค้าสินค้าอาหารที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยของอาหารในระดับนานาประเทศ

การประเมินความเสี่ยง หมายถึง กระบวนการประเมินโอกาสที่จะเกิดความเป็นพิษต่อสุขภาพ อนามัยของมนุษย์ เช่น การบาดเจ็บ การเจ็บป่วยหรือตาย ที่เกิดขึ้นจากการได้รับสารพิษ สารเคมี หรือเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค ผลที่ได้จากการประเมินความเสี่ยงจะเป็นข้อมูลสำคัญที่ผู้จัดการความเสี่ยงซึ่งหมายถึงหน่วยงานภาครัฐจะนำไปใช้ประกอบการตัดสินใจก่อนที่จะดำเนินการ หรือออกมาตรการควบคุมต่างๆ เพื่อลดการปนเปื้อนของสารเคมี สารพิษทั้งในน้ำ อากาศ ดิน และลดสารเคมี สารพิษ เชื้อโรคที่ปนเปื้อนอยู่ในอาหารให้อยู่ในระดับที่ปลอดภัย เพื่อเป็นการคุ้มครองสุขภาพ และความปลอดภัยของผู้บริโภคในประเทศ

การประเมินความเสี่ยงนับเป็นกระบวนการสำคัญที่ใช้ประเมินความปลอดภัยของอาหารและสารปรุงแต่งอาหาร รวมทั้งเป็นกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ประเมินผลกระทบต่อสุขภาพจากการได้รับอันตรายที่มาจากอาหาร โดยแนวทางของการประเมินความเสี่ยงในอาหารนั้นต้องเริ่มตั้งแต่ในระดับฟาร์ม ไร่นา สถานที่สำหรับจัดการพืชผัก ผลไม้หลังการเก็บเกี่ยว โรงฆ่าและชำแหละเนื้อสัตว์ การขนส่ง การผลิต การแปรรูปในโรงงาน การเก็บรักษา ร้านค้าปลีก ซูปเปอร์มาเก็ต ที่พักอาศัย จนกระทั่งถึงมือผู้บริโภค (From Farm to Table)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.7.1 องค์ประกอบของการประเมินความเสี่ยง

ตามแนวทางขององค์การอนามัยโลก และองค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ หรือ World Health Organization/ Food and Agriculture Organization of United Nations (WHO/ FAO) การประเมินความเสี่ยงประกอบด้วย 4 ขั้นตอนดังนี้

1. การแสดงถึงความเป็นอันตราย (Hazard Identification)

เป็นการแสดงถึงความเป็นอันตรายของสารพิษ หรือจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคที่จะทำการประเมินความเสี่ยง (Hazard Identification) ซึ่งหมายถึงว่าจะต้องมีการพิจารณาว่าสารพิษ หรือจุลินทรีย์ก่อโรคที่มีอยู่ในอาหารนั้นเป็นอันตรายต่อสุขภาพ ร่างกายหรือไม่ โดยพิจารณาจากข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ที่มีอยู่

2. การอธิบายลักษณะของอันตราย (Hazard Characterization)

เป็นการบอกหรือแสดงข้อมูลว่าอันตรายจากสารพิษ หรือจุลินทรีย์ก่อโรคนั้นๆ ร่างกายเราต้องได้รับในปริมาณใดและได้รับในความถี่เท่าไหร่ จึงก่อให้เกิดผลเสียต่อสุขภาพและมีผลเสียอย่างไร

3. การประเมินการได้รับสัมผัส (Exposure Assessment)

เป็นการประเมินในเชิงคุณภาพหรือ ในเชิงปริมาณถึงความเป็นไปได้ที่ผู้บริโภคหนึ่งคน หรือประชากรหนึ่งกลุ่มจะได้รับสารพิษ หรือจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคผ่านทางอาหารเข้าสู่ร่างกาย รวมทั้งปริมาณที่ได้รับ

4. การอธิบายลักษณะความเสี่ยง (Risk Characterization)

เป็นการรวมเอาข้อมูล และผลการวิเคราะห์จากทั้ง 3 ขั้นตอนมาใช้คำนวณความเสี่ยง เพื่อสรุปถึงความน่าจะเป็นที่จะเกิดอันตรายและความรุนแรงของอันตรายที่เกิดจากการได้รับสารพิษ และเชื้อจุลินทรีย์ในกลุ่มประชากรที่ศึกษา

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในประเทศไทยมีการศึกษาปริมาณโลหะหนักในสัตว์น้ำจากเขตพื้นที่อุตสาหกรรม และพื้นที่มีปัญหามลพิษทางทะเล เช่น ในพื้นที่จังหวัดสมุทรปราการ สุรีย์พรและคณะ (2558) ได้ศึกษาปริมาณโลหะหนัก 3 ชนิด ได้แก่ ตะกั่ว แคดเมียม และปรอท ในปลาสลิด จากตำบลคลองด่านอำเภอบางบ่อโดยตะกั่ว และแคดเมียม วิเคราะห์ด้วยเทคนิค Graphite Furnace Atomic Absorption Spectrometry (GF-AAS) ส่วนปรอทวิเคราะห์ด้วยเทคนิค Cold Vapor Atomic Absorption Spectrometry (Cold Vapor AAS) ผลการวิเคราะห์พบว่า ในเนื้อปลาสลิดมีตะกั่วปนเปื้อนมากที่สุดคือไม่เกิน 6.29 ppb รองลงมาคือ แคดเมียม ปริมาณปนเปื้อนสูงสุดไม่เกิน 2.82 ppb และปริมาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปรอทมีค่าต่ำสุดคือ ไม่เกิน 2.15 ppb ส่วนในเครื่องในปลาสลิด พบปริมาณปนเปื้อนตะกั่วมากที่สุด คือไม่เกิน 151.11 ppb รองลงมาคือ ปรอท ปริมาณปนเปื้อนไม่เกิน 18.98 ppb และแคดเมียม พบน้อยสุดไม่เกิน 12.36 ppb นอกจากนี้ เบญญาภา และคณะ (2560) ศึกษาการปนเปื้อนโลหะหนักในกุ้ง โดยศึกษาปริมาณปนเปื้อนปรอท และสารหนู ด้วยเครื่อง atomic absorption spectrophotometer โดยเทคนิค Vapour และศึกษาปริมาณปนเปื้อนแคดเมียม และตะกั่ว ด้วยเทคนิค Graphite Furnace Atomic Absorption Spectrometry (GF-AAS) พบการปนเปื้อนของปรอทในตัวกุ้งเฉลี่ย 0.28 ppm ส่วนหัวกุ้งมีค่าเฉลี่ย 0.25 ppm พบการปนเปื้อนของสารหนูในหัวกุ้ง 0.04 และตัวกุ้ง < 0.05 ppm พบการปนเปื้อนแคดเมียมในตัวกุ้งและหัวกุ้ง < 0.00125 ppm และการปนเปื้อนตะกั่ว พบในตัวกุ้ง 0.01 ppm และหัวกุ้ง < 0.00125 ppm และเมื่อเปรียบเทียบโลหะหนักที่วิเคราะห์ได้ทั้ง 4 ชนิด พบว่ามีค่าไม่เกินมาตรฐานกำหนด นอกจากนี้ยังมีการศึกษาโลหะหนักปนเปื้อนในพื้นที่อื่นโดย จิราภา และคณะ (2552) ศึกษาปริมาณโลหะหนักตกค้างในหอยแครงและหอยแมลงภู่ จากแหล่งเพาะเลี้ยงใน จังหวัด เพชรบุรี สมุทรสงคราม และสมุทรสาคร โดยตัวอย่างหอยแครงและหอยแมลงภู่จากทั้ง 3 จังหวัด รวมทั้งสิ้น 48 ตัวอย่าง วิเคราะห์ปริมาณ ตะกั่ว แคดเมียม และดีบุก ด้วยเทคนิค Graphite Furnace Atomic Absorption Spectrometry (GF-AAS) ส่วนปริมาณปรอทวิเคราะห์ด้วย Mercury Analyzer โดยพบว่ามีปริมาณตะกั่วอยู่ในช่วง $\leq$ 0.12 – 0.75 ppm แคดเมียม $\leq$ 0.05 – 3.12 ppm ดีบุก $\leq$ 0.25 ppm และปรอท ไม่พบ – 0.04 ppm โดยโลหะหนักที่พบอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานทั้งหมด ยกเว้น หอยแครงที่เพาะเลี้ยงในบ่อดิน มีแคดเมียมอยู่ในเกณฑ์ไม่ปลอดภัย ส่วนสุนันทาและประมุข (2552) ศึกษาการปนเปื้อนโลหะหนัก 4 ชนิด ได้แก่ ปรอท ตะกั่ว แคดเมียม และสารหนู ในอาหารทะเล บริเวณภาคตะวันออก คือ ชลบุรี ระยอง จันทบุรี และตราด รวมทั้งสิ้น 56 ตัวอย่าง ผลจากการวิเคราะห์โลหะหนักในอาหารทะเลพบว่า มีการปนเปื้อนปรอททุกตัวอย่าง และจำนวนตัวอย่างที่มีการปนเปื้อนเกินมาตรฐานร้อยละ 26.8 ในอาหารทะเลตัวอย่างทุกประเภท พบการปนเปื้อนของแคดเมียมในอาหารทะเลร้อยละ 91.1 จำนวนตัวอย่างที่ปนเปื้อนเกินมาตรฐานร้อยละ 10.7 ของตัวอย่างทั้งหมด และค่าเฉลี่ยการปนเปื้อนในอาหารประเภทหมึกมากกว่าอาหารทะเลประเภทอื่น พบการปนเปื้อนตะกั่วในอาหารทะเลร้อยละ 35.7 และพบเพียง 1 ตัวอย่าง ที่มีปริมาณปนเปื้อนเกินมาตรฐาน คือหอยแมลงภู่อบแห้ง และพบสารหนูปนเปื้อนในตัวอย่างอาหารทะเลตัวอย่าง ซึ่งพบมากสุดในหมึก ในจำนวนตัวอย่างทั้งหมดมีค่าสารหนูรวมเกินมาตรฐานร้อยละ 75

จากการศึกษาดังกล่าวมาข้างต้นพบว่า แหล่งที่มาของสัตว์น้ำมีผลกับปริมาณปนเปื้อนของโลหะหนัก โดยการศึกษาของสุรีย์พร และคณะ (2558) พบว่าเครื่องในปลาสลิดมีปริมาณโลหะหนักปนเปื้อนมากกว่าเนื้อปลาสลิด เนื่องจากปลาสลิดกินพืชและแพลงตอนซึ่งเป็นแหล่งที่มีการสะสมโลหะหนักเป็นอาหาร เมื่อปลาสลิดกินแพลงตอนเหล่านี้เข้าไปทำให้เกิดการสะสมโลหะหนักและสารพิษไว้ในเครื่องในของปลา สำหรับการปนเปื้อนโลหะหนักในกุ้งจากการศึกษาของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เบญญาภา และคณะ (2560) สัณนิษฐานว่าบ่อกุ้งจะมีสภาพเป็นด่าง ซึ่งเป็นกลไกที่สำคัญที่จะทำให้โลหะหนักตกตะกอนได้ง่าย และทับถมอยู่ที่ตะกอนน้ำ จึงสะสมอยู่ในกุ้งน้อย นอกจากนี้การศึกษาของจิราภา และคณะ (2552) ที่พบแคดเมียมเกินมาตรฐานในหอยแครงที่ได้จากการเพาะเลี้ยงในบ่อดิน อาจเป็นผลจากที่บริเวณนั้นมีการใช้ปุ๋ยเคมี และสารกำจัดศัตรูพืชเป็นเวลานาน หรืออาจเป็นผลจากฝนที่กัดเซาะดินและชะโลหะหนักที่สะสมอยู่ออกมาลงสู่บ่อเลี้ยงซึ่งมีการไหลเวียนของน้ำน้อยกว่าในทะเล

ในต่างประเทศมีการศึกษาโลหะหนักในสัตว์น้ำจากเขตพื้นที่ใกล้แหล่งอุตสาหกรรมเช่นกัน โดย Rahman และคณะ (2019) ประเมินการปนเปื้อนโลหะหนัก ในตัวอย่างปลา 5 ชนิด ซึ่งเป็นปลาเศรษฐกิจ ได้แก่ *Sillaginopsis panijus, Trichiurus lepturus, Harpadon nehereus, Rita rita* และ *Coilia dussumieri* Kutubdia Channel ทางตอนเหนือของอ่าวเบงกอล ประเทศบังกลาเทศ โดยเก็บตัวอย่างปลา 2 ฤดูคือช่วงก่อนมรสุม และหลังมรสุม ตรวจวิเคราะห์โลหะหนักในเนื้อปลา ด้วยวิธี Energy dispersive X-ray Fluorescence (EDXRF) ผลการศึกษาพบว่าปริมาณโลหะหนักที่สะสมในปลาส่วนมากจากช่วงหลังมรสุมมีปริมาณน้อยกว่าในปลาจากช่วงก่อนมรสุมอย่างมีนัยสำคัญ Keshavarzi และคณะ (2018) ศึกษาการปนเปื้อนของโลหะหนัก ในเนื้อและตับปลา ที่เก็บตัวอย่างจากปากอ่าว Musa ซึ่งเป็นอ่าวใหญ่ที่สุดในอิหร่าน ตั้งอยู่ทางตะวันตกเฉียงเหนือของอ่าวเปอร์เซีย เป็นย่านอุตสาหกรรม โดยเฉพาะอุตสาหกรรมปิโตรเคมี โดยศึกษาตัวอย่างปลา 3 ชนิด ได้แก่ *Anodontostoma chacunda, Belangerii and Cynoglossurs arel* วิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักด้วยวิธี ICP-MS พบว่าในตับปลา มีการปนเปื้อน สารหนู ปรอท ตะกั่ว แคดเมียม และคอปเปอร์ 2.37-24.4, 1.16-38.80, 0.13-2.88, 0.18-6.28 และ 7.74-1790 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ตามลำดับ ส่วนปริมาณปนเปื้อนในเนื้อปลาคือ 1.44-43.6, 0.56-14, 0.07-0.77, < detection limit และ 1.37-3.14 ตามลำดับ และ Baharom และ Ishak (2015) ศึกษาการปนเปื้อนโลหะหนัก 5 ชนิด ได้แก่ คอปเปอร์ สังกะสี ตะกั่ว นิกเกิล แมงกานีส และ แคดเมียม ในปลาจากแม่น้ำ Galas และ สระ Beranang ในประเทศมาเลเซีย ทั้งหมด 6 ชนิด ได้แก่ *Hampala microlepidota, Barbonymus schwanenfeldii, Mystacoleucus marginatus, Hemibagrus nemurus, Cyclocheilicthys apogon* และ *Oreochromis niloticus* โดยวิเคราะห์ด้วยเทคนิค Coupled Plasma- Mass Spectrometry (ICP-MS) และ Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS) พบว่ามีปริมาณปนเปื้อนตะกั่วและสังกะสีใน *Oreochromis niloticus* สูงที่สุด ส่วน *Mystacoleucus marginatus, Hampala microlepidota* และ *Barbonymus schwanenfeldii* พบการปนเปื้อนของ แมงกานีส คอปเปอร์ และนิกเกิล สูงที่สุด การปนเปื้อนโลหะหนักที่พบมีค่าต่ำกว่าปริมาณที่อนุญาตของ Food Act 2003 and Malaysian Food Regulations 1983

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีการศึกษาความเสี่ยงจากการบริโภคสัตว์น้ำที่ปนเปื้อนโลหะหนักจากแหล่งน้ำ จากการศึกษาของเบญญาภา และคณะ (2560) ผลการประเมินความเสี่ยงจากการบริโภคกุ้ง ในพื้นที่จังหวัดสมุทรปราการพบว่าค่า Hazard Quotient (HQ) ของปรอท สารหนู แคดเมียม และตะกั่ว ในตัวกุ้ง ได้แก่ 0.1771, 0.2249, 0.0003 และ 0.0020 ส่วนในหัวกุ้งมีค่า HQ ได้แก่ 0.1697, 0.3730, 0.0003 และ 0.0007 แสดงว่าไม่มีความเสี่ยงต่อสุขภาพผู้บริโภค เนื่องจากค่า Hazard Quotient (HQ) < 1 เช่นเดียวกับ Safiur และคณะ (2019) ได้ประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพจากการบริโภคปลาที่ปนเปื้อนโลหะหนักจากอ่าวเบงกอล และพบว่าค่า Target Hazard Quotient (THQ) ของการบริโภคปลาที่ปนเปื้อน แมงกานีส คอปเปอร์ สังกะสี สารหนู และตะกั่ว มีค่า < 1 ส่วน Behnam และคณะ (2018) ได้ประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพจากการบริโภคปลาที่ปนเปื้อนโลหะหนักจากปากอ่าว Musa พบว่า ค่า THQ ของปลาที่ปนเปื้อนสารหนู และปรอท มีค่า > 1 แสดงให้เห็นว่ามีผลกระทบต่อสุขภาพผู้บริโภค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 สรุปการวิเคราะห์โลหะหนักในสัตว์น้ำและอาหารทะเล

ผู้วิจัย	สถานที่	วิธีวิเคราะห์	ชนิดตัวอย่างและ โลหะหนักที่วิเคราะห์
สุรีย์พร และ คณะ (2558)	ต.คลองด่าน อ.บางบ่อ จ.สมุทรปราการ	GF-AAS / Cold Vapor AAS	เนื้อปลา และเครื่องในปลา : Pb, Cd, Hg
เบญญาภา และ คณะ (2560)	จ.สมุทรปราการ	GF-AAS / Vapor AAS	ตัวกุ้ง และหัวกุ้ง : Hg, As, Cd, Pb
จิราภา และคณะ (2552)	จ.เพชรบุรี จ.สมุทรสงคราม และ จ. สมุทรสาคร	GF-AAS / Mercury Analyzer	หอยแครงและหอยแมลงภู่ : Pb, Cd, Tin, Hg
สุนันทาและ ประมุข (2552)	จ.ชลบุรี จ.ระยอง จ.จันทบุรี และ จ.ตราด	AOAC No. 974.14 /Shappard et al (1994)	อาหารทะเลแปรรูป เช่น กุ้งแห้ง หมึกแห้ง หอยแมลงภู่อบแห้ง ปลาอินทรีย์หอม เป็นต้น : Pb, Hg, Cd, As
Rahman และ คณะ (2019)	อ่าวเบงกอล ประเทศ บังกลาเทศ	EDXRF	เนื้อปลา : Zn, Mn, Cu, Pb, Cr, As
Baharom และ Ishak (2015)	แม่น้ำ Galas, Kelantan และสระBeranang, Selangor ประเทศมาเลเซีย	GF-AAS / ICP-MS	เนื้อปลา : Cu, Zn, Pb, Ni, Mn, Cd
Keshavarzi และ คณะ (2018)	ปากอ่าว Musa ประเทศ อิหร่าน	ICP-MS	ตับปลา และเนื้อปลา : Cu, As, Hg, Cd, Pb

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

3.1 วัตถุดิบ

ปลาสลิดสดและปลาสลิดตากแห้งที่เก็บตัวอย่างมาจากร้านขายปลาสลิดริมทาง ตำบลคลองด่าน อำเภอบางบ่อ จังหวัดสมุทรปราการ

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

1. เครื่องชั่งน้ำหนักดิจิตอลทศนิยม 4 ตำแหน่ง (รุ่น SI-234, บริษัท Denver, Serial Number 25605270, ประเทศสหรัฐอเมริกา
2. อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (รุ่น WNB 29, บริษัท Memmert, Serial Number L6080453, ประเทศเยอรมนี)
3. ตู้อบลมร้อน (รุ่น UM 400, บริษัท Memmert, Serial Number b402.1037, ประเทศเยอรมณี)
4. เครื่องวัดการดูดกลืนแสงของอะตอม (รุ่น PinAAcle 900F, บริษัท Perkin Elmer, ประเทศสหรัฐอเมริกา)
5. เครื่องทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง (ยี่ห้อ SCANVAC, รุ่น CoolSafe, บริษัท Scientific Promotion Co.,Ltd.)
6. ตู้แช่แข็ง ยี่ห้อ Sanyo
7. เครื่องปั่นแห้ง ยี่ห้อ waring

3.3 อุปกรณ์

1. ขวดรูปกรวย 125 mL (บริษัท Pyrex, ประเทศสหรัฐอเมริกา)
2. ขวดปรับปริมาตร 50 mL (บริษัท Pyrex, ประเทศสหรัฐอเมริกา)
3. กระบอกตวงขนาด 100 mL (บริษัท Pyrex, ประเทศสหรัฐอเมริกา)
4. ปิเปต 5 mL (บริษัท Glassco, ประเทศอังกฤษ)
5. Autopipette 20-200 µL (บริษัท Sartorius, ประเทศเยอรมณี)
6. Autopipette 1000-50000 µL (บริษัท Sartorius, ประเทศเยอรมณี)
7. กรวยกรอง (บริษัท Pyrex, ประเทศสหรัฐอเมริกา)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. แท่งแก้ว

9. กระดาษกรองเบอร์ 42 (บริษัท Hawach scientific, ประเทศจีน)

10. Syringe Filter 0.45 µm (บริษัท ALWSCI, ประเทศจีน)

11. กระบอกฉีดยา (บริษัท Nipro, ประเทศไทย)

12. มีด / เขียง

13. ไม้บรรทัด

3.4 สารเคมี

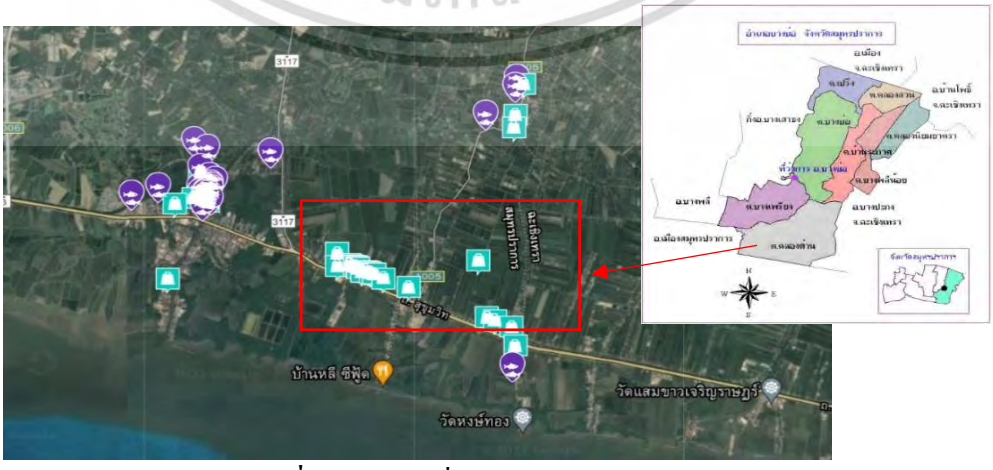
1. สารมาตรฐาน Multi Element Calibration Standard 3 (เกรดวิเคราะห์, บริษัท Perkin Elmer, ประเทศสหรัฐอเมริกา)

2. กรดไนตริกเข้มข้น ร้อยละ 65 โดยปริมาตร (เกรดวิเคราะห์, บริษัท Qrec, ประเทศนิวซีแลนด์)

3.5 วิธีการทดลอง

3.5.1 สถานที่และการเก็บตัวอย่าง

เก็บตัวอย่างปลาสลิดสดและปลาสลิดตากแห้ง โดยเก็บจากร้านจำหน่ายริมถนนสุขุมวิทที่ตำบลคลองด่าน อำเภอบางบ่อ จังหวัดสมุทรปราการ ดังภาพที่ 3.1 ทำการเก็บตัวอย่างปลาสลิดจากร้านขาย 3 ร้าน เก็บร้านละ 3 ตัวอย่าง โดยน้ำหนักอยู่ในช่วงประมาณ 140 -180 กรัม เก็บตัวอย่างในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ – เมษายน 2563 เก็บตัวอย่างเดือนละ 1 ครั้ง ระหว่างการเก็บตัวอย่างนำปลาสลิดสดและปลาสลิดตากแห้งเก็บในกระติกเก็บความเย็นใส่น้ำแข็งเพื่อรักษาอุณหภูมิให้ต่ำระหว่างการขนส่ง



ภาพที่ 3.1 บริเวณที่ทำการเก็บตัวอย่างปลาสลิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.2 การเตรียมตัวอย่าง

3.5.2.1 การเตรียมอุปกรณ์และเครื่องแก้ว

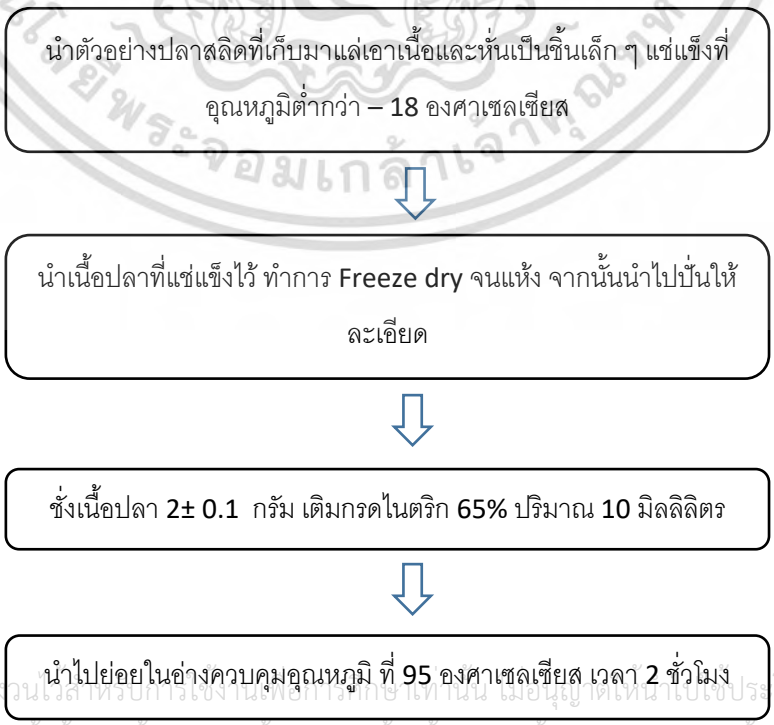
นำอุปกรณ์และเครื่องแก้วไปแช่กรดไนตริกร้อยละ 10โดยปริมาตร โดยแช่ทิ้งไว้ข้ามคืน จากนั้นล้างด้วยน้ำกลั่น และทิ้งไว้ให้แห้งก่อนนำไปใช้ (Baharom และ Ishak, 2015)

3.5.2.2 การเตรียมตัวอย่างปลาสลิด

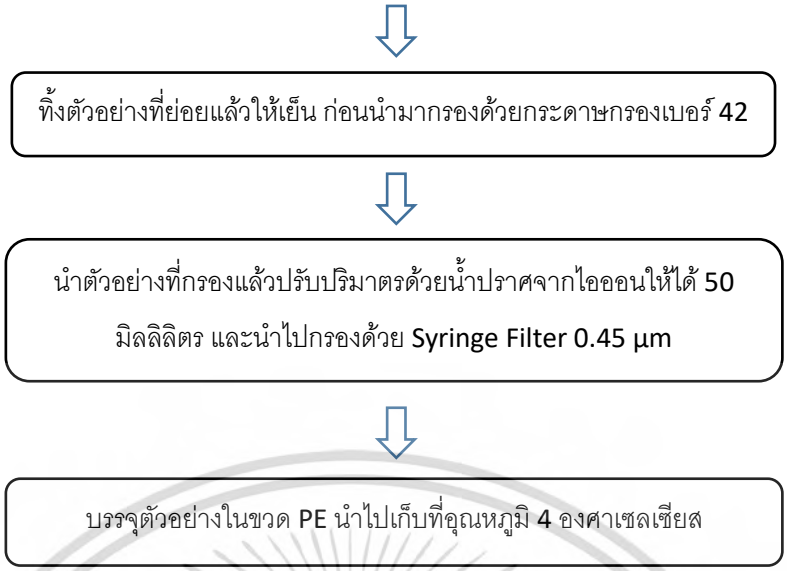
นำปลาสลิดมาวัดความยาว และชั่งน้ำหนัก ทำการจดบันทึก จากนั้นนำมาแล่เอาเฉพาะเนื้อปลาหั่นเป็นชิ้นเล็กๆ นำไปแช่แข็ง จากนั้นนำปลาสลิดที่แช่แข็งไว้มาทำแห้งโดยการ Freeze dry จากนั้นนำปลาที่ทำแห้งแล้วไปปั่นให้ละเอียดเพื่อเตรียมสำหรับการย่อย

ชั่งเนื้อปลาที่บดละเอียดแล้ว 2± 0.1 กรัม ใส่ในขวดรูปกรวย เติมกรดไนตริก 10 มิลลิลิตร นำขวดรูปกรวยที่เตรียมตัวอย่างแล้วใส่อ่างควบคุมอุณหภูมิ โดยปรับตั้งอุณหภูมิที่ 95 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง (ร่างคู่มือการปฏิบัติงานวิเคราะห์โลหะหนักในสัตว์น้ำ, 2563)

เมื่อตัวอย่างย่อยสมบูรณ์แล้ว นำตัวอย่างตั้งทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง จากนั้นนำไปกรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 42 และปรับปริมาตรให้ได้ 50 มิลลิลิตร ด้วยน้ำปราศจากไอออน และนำไปกรองด้วย Syringe Filter 0.45 µm จากนั้นเก็บตัวอย่างในขวด PE เก็บที่อุณหภูมิต่ำกว่า 4 องศาเซลเซียส และนำไปวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนัก โดยขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างแสดงดังภาพที่ 3.2



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.2 ขั้นตอนการเตรียมตัวอย่าง

3.5.3 การวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนัก

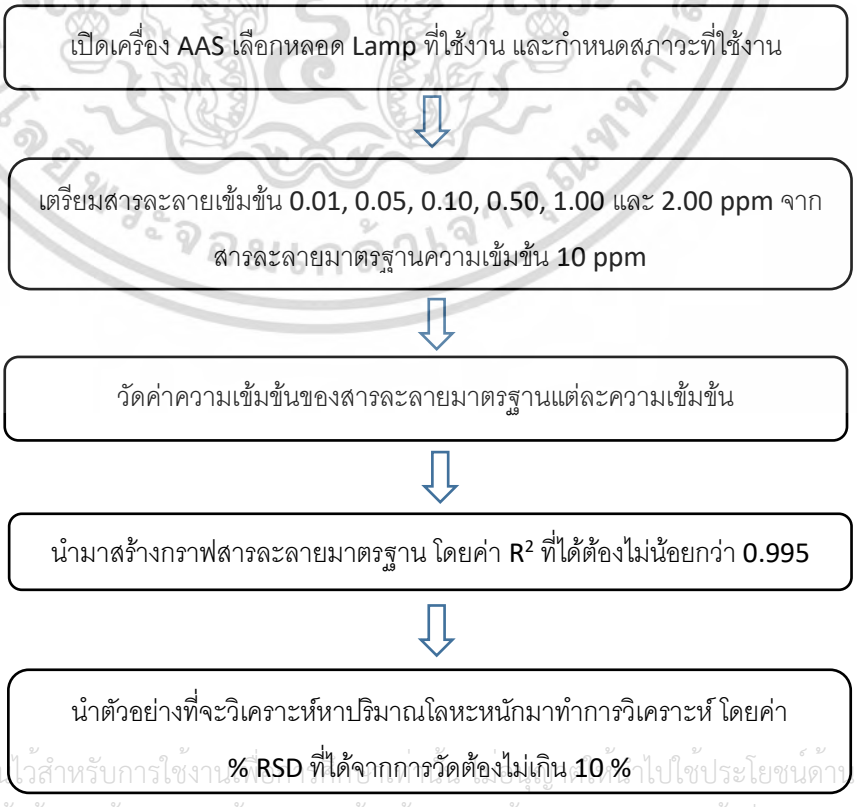
เตรียมสารละลายมาตรฐานของโลหะหนักที่ความเข้มข้น 0.01, 0.05, 0.1, 0.5, 1.0 และ 2.0 ppm จากสารละลายมาตรฐานความเข้มข้น 10 ppm เพื่อทำเป็นกราฟมาตรฐานของโลหะหนัก ตะกั่ว สังกะสี และแคดเมียม นำสารละลายมาตรฐานที่เตรียมมาทำการวัดค่าการดูดกลืนแสง เพื่อสร้างกราฟมาตรฐาน โดยกราฟของสารละลายมาตรฐานนั้นต้องมีค่าไม่ต่ำกว่า $R^2 = 0.995$

จากนั้นนำสารละลายที่ได้จากตัวอย่างที่ผ่านการย่อยมาทำการศึกษาปริมาณของตะกั่ว สังกะสี และแคดเมียม โดยใช้เครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS) โดยสภาวะที่กำหนด แสดงดังตารางที่ 3.1 และขั้นตอนการวิเคราะห์โลหะหนักโดยเครื่อง AAS แสดงดังภาพที่ 3.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 สภาวะที่ใช้ในการทดสอบธาตุตะกั่ว สังกะสี และแคดเมียม ด้วยเครื่อง AAS

สภาวะของเครื่อง	**ชนิดโลหะหนัก**		
AAS	**ตะกั่ว**	**แคดเมียม**	**สังกะสี**
Instrument mode	Absorbance	Absorbance	Absorbance
Calibration mode	Calibration Standard	Calibration Standard	Calibration Standard
Measurement mode	Peak Area	Peak Area	Peak Area
Slit width	0.5	0.5	1.0
Wavelength (nm)	283.31	228.8	213.86
Calibration Equation	Linear through zero	Linear through zero	Linear through zero
Lamp	EDL	EDL	HCL
Optimum working range (µg/mL)	0.5–50	0.02–3	0.01–2
Fuel	Acetylene	Acetylene	Acetylene
Support	Air	Air	Air



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อทำการวิเคราะห์ครบทุกตัวอย่างแล้ว ทำการเปลี่ยน Lamp และทำตามขั้นตอนเดิมจนครบทุกธาตุ

ภาพที่ 3.3 ขั้นตอนการวิเคราะห์โลหะหนักโดยเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer

3.5.4 การประเมินความเสี่ยงจากการบริโภคปลาสลิดตากแห้ง

3.5.4.1 การระบุถึงอันตราย (Hazard identification) ศึกษาจากเอกสาร

3.5.4.2 การอธิบายลักษณะของอันตราย (Hazard characterization) ศึกษาจากเอกสาร

3.5.4.3 ประเมินการได้รับสัมผัสสารเคมีจากการบริโภคอาหาร (Dietary exposure assessment of chemicals in food)

<u>การประเมินการได้รับสัมผัสใช้ข้อมูลจาก</u>

1. การบริโภคอาหารประจำวันของคนไทย ซึ่งได้จากข้อมูลการบริโภคอาหารของประเทศไทยของสำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (มกอช.) โดยจะใช้ข้อมูลที่ค่าเฉลี่ยและค่าเปอร์เซนต์ไทล์ที่ 97.5 ของปริมาณอาหารที่บริโภคสำหรับประชากรทั้งหมด (per capital) ในแต่ละกลุ่มอายุ

2. ข้อมูลปริมาณตะกั่ว สังกะสี และแคดเมียม ที่ปนเปื้อนในปลาสลิดตากแห้ง ที่วิเคราะห์ได้

โดยนำข้อมูลทั้งสองมาคำนวณปริมาณการได้รับสัมผัสของตะกั่ว สังกะสี และแคดเมียม คำนวณดังสมการที่ 1 โดยแสดงดังภาคผนวกที่ ก.1 และ ก.2

ปริมาณการได้รับสัมผัสโลหะหนัก (ไมโครกรัม/คน/วัน) (1)

= ปริมาณโลหะหนักที่ปนเปื้อน (ไมโครกรัม/กรัม) x ปริมาณการบริโภค (กรัม/คน/วัน)

3.5.4.4 อธิบายลักษณะความเสี่ยง (Risk characterization) ด้วยค่าความปลอดภัย Margin of Safety (MOS) ในการอธิบายลักษณะความเสี่ยงคำนวณจากสมการที่ 2

$$MOS = \frac{\text{Exposure}}{\text{Health-base guidance value (HBGV)}} \quad (2)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดย MOS < 1 = ปริมาณสารโดยเฉลี่ยที่ร่างกายได้รับไม่ก่อผลกระทบต่อร่างกาย

MOS > 1 = ปริมาณสารโดยเฉลี่ยที่ร่างกายได้รับเกินค่าความปลอดภัย

น้ำหนักตัวเฉลี่ยของคนไทยในแต่ละกลุ่มอายุ แสดงดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 ค่าเฉลี่ยน้ำหนักตัวของคนไทยในแต่ละกลุ่มอายุ

กลุ่มอายุ	ค่าเฉลี่ยน้ำหนักตัว (กิโลกรัม)	
(ปี)	ชาย	หญิง
3-5.9	17.47	17.02
6-12.9	32.57	34.31
13-17.9	56.28	50.79
18-34.9	67.10	59.63
35.64.9	65.88	61.75
65 ปีขึ้นไป	58.54	53.06

ที่มา : ข้อมูลการบริโภคอาหารของประเทศไทย (2559)

ค่า Health-base guidance value (HBGV) คำนวณจากสมการที่ 3

Health-base guidance value (HBGV) = (3)

tolerable intake (ไมโครกรัม/กิโลกรัม/วัน) x น้ำหนักตัว (กิโลกรัม/คน)

สำหรับค่า tolerable intake ใช้อ้างอิงจาก Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA) ซึ่งได้ยกเลิกค่า tolerable intake ของตะกั่วที่กำหนดคือ PTWI = 25 ไมโครกรัม/กิโลกรัม/สัปดาห์ และไม่ได้กำหนดค่าขึ้นมาใหม่ จึงอ้างอิงค่าจากกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ โดย สุดชฎา และคณะ (2560) ได้พิจารณาค่า tolerable intake คือ 0.6 ไมโครกรัม/กิโลกรัม/วัน สำหรับสังกะสีและแคดเมียม JECFA ได้กำหนดค่า tolerable intake ไม่เกิน 1000 และ 0.8 ไมโครกรัม/กิโลกรัม/วัน โดย Health-base guidance value (HBGV) ของ ตะกั่ว สังกะสี และ แคดเมียม สำหรับผู้บริโภคในแต่ละกลุ่มอายุแสดงดังตารางที่ 3.3 3.4 และ 3.5

<u>ตัวอย่างการคำนวณ</u>

Health-base guidance value ของตะกั่วสำหรับผู้บริโภคเพศชายกลุ่มอายุ 3-5.9 ปี

= 0.6 (ไมโครกรัม/กิโลกรัม/วัน) x 17.47 (กิโลกรัม/คน)

= 10.48 ไมโครกรัม/คน/วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.3 Health-base guidance value (HBGV) ของ ตะกั่ว สำหรับผู้บริโภคในแต่ละกลุ่มอายุ

กลุ่มอายุ (ปี)	Health-base guidance value ของตะกั่ว (ไมโครกรัม/คน/วัน)	
	ชาย	หญิง
3-5.9	10.48	10.21
6-12.9	19.54	20.59
13-17.9	33.77	30.47
18-34.9	40.26	35.78
35.64.9	39.53	37.05
65 ปีขึ้นไป	35.12	31.84

ตารางที่ 3.4 Health-base guidance value (HBGV) ของ สังกะสี สำหรับผู้บริโภคในแต่ละกลุ่มอายุ

กลุ่มอายุ (ปี)	Health-base guidance value ของสังกะสี (ไมโครกรัม/คน/วัน)	
	ชาย	หญิง
3-5.9	17470	17020
6-12.9	32570	34310
13-17.9	56280	50790
18-34.9	67100	59630
35.64.9	65880	61750
65 ปีขึ้นไป	58540	53060

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.5 Health-base guidance value (HBGV) ของ แคดเมียม สำหรับผู้บริโภคในแต่ละกลุ่มอายุ

กลุ่มอายุ (ปี)	Health-base guidance value ของแคดเมียม (ไมโครกรัม/คน/วัน)	
	ชาย	หญิง
3-5.9	13.98	13.62
6-12.9	26.06	27.45
13-17.9	45.02	40.63
18-34.9	53.68	47.70
35.64.9	52.70	49.40
65 ปีขึ้นไป	46.83	42.45

3.5.5 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาณตะกั่ว และสังกะสี ที่ปนเปื้อนในปลาสลิดสดและตากแห้ง ทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยในแต่ละเดือนด้วย Duncan's multiple range test และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างปริมาณโลหะหนักในปลาสลิดสดและปลาสลิดตากแห้งด้วย Independent-sample t-test โดยใช้โปรแกรม IBM SPSS Statistic V.26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการทดลองและการอภิปราย

จากการศึกษาปริมาณปนเปื้อนโลหะหนักในปลาสลิดสดและปลาสลิดตากแห้ง ตัวอย่างที่ศึกษาเก็บมาจากร้านขายปลาสลิดริมถนนสุขุมวิท ตำบลคลองด่าน อำเภอบางบ่อ จังหวัดสมุทรปราการ โดยสุ่มเก็บตัวอย่างจาก 3 ร้าน ระยะเวลาที่เก็บตัวอย่างคือช่วงเดือนกุมภาพันธ์ – เมษายน 2563 ตัวอย่างที่เก็บนำมาย่อยและวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนัก 3 ชนิด ได้แก่ ตะกั่ว สังกะสี และแคดเมียม ด้วยเทคนิค AAS โดยผลจากการวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักในปลาสลิดสดและปลาสลิดตากแห้ง และการประเมินความเสี่ยงจากการบริโภคแสดงดังต่อไปนี้

4.1 ศึกษาลักษณะทางกายภาพของปลาสลิดสดและปลาสลิดตากแห้ง

ตัวอย่างปลาสลิดเก็บมาจากร้านขายริมทาง 3 ร้าน ได้แก่ 1. ร้าน A 2. ร้าน B 3. ร้าน C โดยทั้ง 3 ร้านจะมีลักษณะคล้ายกันคือเป็นเพิงมุงหลังคาเปิดโล่ง ส่วนปลาสลิดจะถูกตากบนแคร่ไม้ไผ่ก่อนนำมาวางจำหน่าย โดยตัวอย่างร้านแสดงดังรูปที่ 4.1

ภาพที่ 4.1 ร้านขายปลาสลิดริมถนนสุขุมวิท ต.คลองด่าน อ.บางบ่อ จ.สมุทรปราการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.1 ลักษณะทางกายภาพของปลาสลิดสด

จากการศึกษาลักษณะทางกายภาพของปลาสลิดที่เก็บมาจากร้านขายปลาสลิดทั้ง 3 ร้าน พบว่าปลาสลิดสดในแต่ละเดือนมีน้ำหนักเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 137.51 - 180.12 กรัม และมีความยาวเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 17.17 - 19.17 เซนติเมตร แสดงดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ค่าเฉลี่ยน้ำหนักและความยาวของตัวอย่างปลาสลิดสด

ร้านขายปลาสลิด	กุมภาพันธ์		มีนาคม		เมษายน	
	น้ำหนัก (กรัม)	ความยาว (เซนติเมตร)	น้ำหนัก (กรัม)	ความยาว (เซนติเมตร)	น้ำหนัก (กรัม)	ความยาว (เซนติเมตร)
A	$139.33^{ns} \pm 17.87$	$18.00^{ns} \pm 1.00$	$174.54^{a} \pm 9.88$	$18.83^{ns} \pm 0.29$	$147.74^{c} \pm 4.36$	$17.17^{b} \pm 0.29$
B	$144.69^{ns} \pm 14.33$	$18.17^{ns} \pm 0.29$	$137.51^{b} \pm 9.95$	$19.17^{ns} \pm 0.76$	$159.85^{b} \pm 4.40$	$17.33^{ab} \pm 0.58$
C	$148.83^{ns} \pm 5.27$	$19.17^{ns} \pm 0.29$	$143.02^{b} \pm 10.97$	$18.83^{ns} \pm 0.29$	$180.12^{a} \pm 4.01$	$18.00^{a} \pm 0.00$

^{a,b,c} ตัวอักษรต่างกันในแนวตั้งเดียวกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

^{ns} แสดงความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

4.1.2 ลักษณะทางกายภาพของปลาสลิดตากแห้ง

ลักษณะทางกายภาพของปลาสลิดตากแห้งจากในแต่ละเดือน พบว่ามีน้ำหนักเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 112.64 - 169.90 กรัม และมีความยาวเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 15.67 - 18.33 เซนติเมตร แสดงดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ค่าเฉลี่ยน้ำหนักและความยาวของตัวอย่างปลาสลิดตากแห้ง

ร้านขายปลาสลิด	กุมภาพันธ์		มีนาคม		เมษายน	
	น้ำหนัก (กรัม)	ความยาว (เซนติเมตร)	น้ำหนัก (กรัม)	ความยาว (เซนติเมตร)	น้ำหนัก (กรัม)	ความยาว (เซนติเมตร)
A	$115.16^{b} \pm 5.71$	$17.50^{ns} \pm 0.50$	$112.64^{b} \pm 3.98$	$17.10^{ns} \pm 0.53$	$169.90^{a} \pm 6.61$	$18.00^{a} \pm 0.87$
B	$149.29^{ab} \pm 17.87$	$18.17^{ns} \pm 0.29$	$114.46^{b} \pm 13.59$	$17.50^{ns} \pm 0.50$	$150.26^{b} \pm 7.42$	$17.67^{a} \pm 0.58$
C	$134.08^{a} \pm 7.36$	$18.33^{ns} \pm 0.58$	$135.48^{a} \pm 7.21$	$17.67^{ns} \pm 0.76$	$120.50^{c} \pm 6.34$	$15.67^{b} \pm 0.58$

^{a,b,c} ตัวอักษรต่างกันในแนวตั้งเดียวกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

^{ns} แสดงความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ศึกษาการปนเปื้อนโลหะหนักในปลาสลิดสดและปลาสลิดตากแห้ง

4.2.1 ศึกษาการปนเปื้อนตะกั่ว สังกะสี และแคดเมียม ในปลาสลิดสด

ผลการศึกษาการปนเปื้อนตะกั่ว สังกะสี และแคดเมียม ในปลาสลิดสดที่เก็บจากร้านขายปลาสลิดทั้ง 3 ร้านในแต่ละเดือน พบว่ามีปริมาณตะกั่วปนเปื้อนในปลาสลิดสดเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 1.126 - 1.725 มิลลิกรัม/กิโลกรัม แสดงดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ปริมาณปนเปื้อนเฉลี่ยของตะกั่วที่วิเคราะห์ได้จากปลาสลิดสด

ร้านขายปลาสลิด	ปริมาณตะกั่ว (มิลลิกรัม/กิโลกรัม)		
	กุมภาพันธ์	มีนาคม	เมษายน
A	$1.126^{b} \pm 0.051$	$1.404^{c} \pm 0.016$	$1.622^{c} \pm 0.004$
B	$1.247^{ab} \pm 0.057$	$1.483^{b} \pm 0.008$	$1.684^{b} \pm 0.017$
C	$1.291^{a} \pm 0.082$	$1.556^{a} \pm 0.026$	$1.725^{a} \pm 0.017$

^{a,b,c} ตัวอักษรต่างกันในแนวตั้งเดียวกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

^{ns} แสดงความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

สำหรับการปนเปื้อนสังกะสีในปลาสลิดสด พบการปนเปื้อนเฉลี่ยในแต่ละเดือนอยู่ระหว่าง 0.655 - 0.934 มิลลิกรัม/กิโลกรัม แสดงดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ปริมาณปนเปื้อนเฉลี่ยของสังกะสีที่วิเคราะห์ได้จากปลาสลิดสด

ร้านขายปลาสลิด	ปริมาณสังกะสี (มิลลิกรัม/กิโลกรัม)		
	กุมภาพันธ์	มีนาคม	เมษายน
A	$0.934^{ns} \pm 0.034$	$0.768^{ns} \pm 0.024$	$0.655^{ns} \pm 0.024$
B	$0.860^{ns} \pm 0.066$	$0.721^{ns} \pm 0.031$	$0.669^{ns} \pm 0.010$
C	$0.884^{ns} \pm 0.008$	$0.722^{ns} \pm 0.021$	$0.678^{ns} \pm 0.041$

^{a,b,c} ตัวอักษรต่างกันในแนวตั้งเดียวกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

^{ns} แสดงความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

และการปนเปื้อนแคดเมียมในเนื้อปลาสลิดสดพบการปนเปื้อนเฉลี่ยในแต่ละเดือนอยู่ระหว่าง nd - 0.005 มิลลิกรัม/กิโลกรัม โดยเดือนมีนาคมและเดือนเมษายนไม่พบการปนเปื้อนแคดเมียมในเปลาสลิดสด แสดงดังตารางที่ 4.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 ปริมาณปนเปื้อนเฉลี่ยของแคดเมียมที่วิเคราะห์ได้จากปลาสลิดสด

ร้านขายปลาสลิด	ปริมาณแคดเมียม (มิลลิกรัม/กิโลกรัม)		
	กุมภาพันธ์	มีนาคม	เมษายน
A	$0.005^{ns} \pm 0.004$	nd	nd
B	nd^{ns}	nd	nd
C	$0.003^{ns} \pm 0.003$	nd	nd

^{a,b,c} ตัวอักษรต่างกันในแนวตั้งเดียวกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

^{ns} แสดงความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

nd = not detected

4.2.2 ศึกษาการปนเปื้อนตะกั่ว สังกะสี และแคดเมียม ในปลาสลิดตากแห้ง

ผลการศึกษาปริมาณตะกั่ว สังกะสี และแคดเมียม ในปลาสลิดตากแห้งที่เก็บจากร้านขายปลาสลิดทั้ง 3 ร้านในแต่ละเดือน พบการปนเปื้อนเฉลี่ยของตะกั่วในปลาสลิดตากแห้งอยู่ระหว่าง 1.187 - 1.785 มิลลิกรัม/กิโลกรัม แสดงดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 ปริมาณปนเปื้อนเฉลี่ยของตะกั่วที่วิเคราะห์ได้จากปลาสลิดตากแห้ง

ร้านขายปลาสลิด	ปริมาณตะกั่ว (มิลลิกรัม/กิโลกรัม)		
	กุมภาพันธ์	มีนาคม	เมษายน
A	$1.187^{c} \pm 0.023$	$1.461^{c} \pm 0.011$	$1.668^{b} \pm 0.043$
B	$1.316^{b} \pm 0.059$	$1.534^{b} \pm 0.029$	$1.720^{ab} \pm 0.015$
C	$1.397^{a} \pm 0.007$	$1.579^{a} \pm 0.017$	$1.785^{a} \pm 0.056$

^{a,b,c} ตัวอักษรต่างกันในแนวตั้งเดียวกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

^{ns} แสดงความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

สำหรับการปนเปื้อนสังกะสีในปลาสลิดตากแห้งแต่ละเดือน พบมีสังกะสีปนเปื้อนเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 0.650 - 0.845 มิลลิกรัม/กิโลกรัม แสดงดังตารางที่ 4.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.7 ปริมาณปนเปื้อนเฉลี่ยของสังกะสีที่วิเคราะห์ได้จากปลาสลิดตากแห้ง

ร้านขายปลาสลิด	ปริมาณสังกะสี (มิลลิกรัม/กิโลกรัม)		
	กุมภาพันธ์	มีนาคม	เมษายน
A	$0.845^{a} \pm 0.036$	$0.708^{a} \pm 0.012$	$0.651^{ns} \pm 0.091$
B	$0.816^{a} \pm 0.025$	$0.676^{ab} \pm 0.028$	$0.650^{ns} \pm 0.013$
C	$0.735^{b} \pm 0.018$	$0.650^{b} \pm 0.006$	$0.652^{ns} \pm 0.007$

^{a,b,c} ตัวอักษรต่างกันในแนวตั้งเดียวกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

^{ns} แสดงความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

และการปนเปื้อนแคดเมียมในปลาสลิดตากแห้ง พบการปนเปื้อนเฉลี่ยในแต่ละเดือนอยู่ระหว่าง nd - 0.004 มิลลิกรัม/กิโลกรัม โดยเดือนมีนาคมและเดือนเมษายนไม่พบการปนเปื้อน แสดงดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 ปริมาณปนเปื้อนเฉลี่ยของแคดเมียมที่วิเคราะห์ได้จากปลาสลิดตากแห้ง

ร้านขายปลาสลิด	ปริมาณแคดเมียม (มิลลิกรัม/กิโลกรัม)		
	กุมภาพันธ์	มีนาคม	เมษายน
A	$0.004^{ns} \pm 0.003$	nd	nd
B	$0.004^{ns} \pm 0.004$	nd	nd
C	$0.004^{ns} \pm 0.001$	nd	nd

^{a,b,c} ตัวอักษรต่างกันในแนวตั้งเดียวกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

^{ns} แสดงความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

nd = not detected

จากผลการศึกษาปริมาณตะกั่ว สังกะสี และแคดเมียม ที่ปนเปื้อนในปลาสลิดสดและปลาสลิดตากแห้ง อ้างอิงจากค่ามาตรฐานปริมาณโลหะหนักในสินค้าสัตว์น้ำของกองควบคุมตรวจสอบผลิตภัณฑ์และการแปรรูปสัตว์ กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ (Fish inspection and quality control division, 1995) ที่กำหนดไว้ โดยกำหนดมาตรฐานที่ปนเปื้อนของ ตะกั่ว และแคดเมียม ได้สูงสุดไม่เกิน 1 และ 0.2 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ปลาเค็ม:ปลาสลิด (มอก. 1199-2536) กำหนดมาตรฐานที่ปนเปื้อนของตะกั่ว ได้สูงสุดไม่เกิน 1 มิลลิกรัม/กิโลกรัม พบว่าปริมาณตะกั่วที่ปนเปื้อนในปลาสลิดสดและปลาสลิดตากแห้งมีค่าเกินมาตรฐานกำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

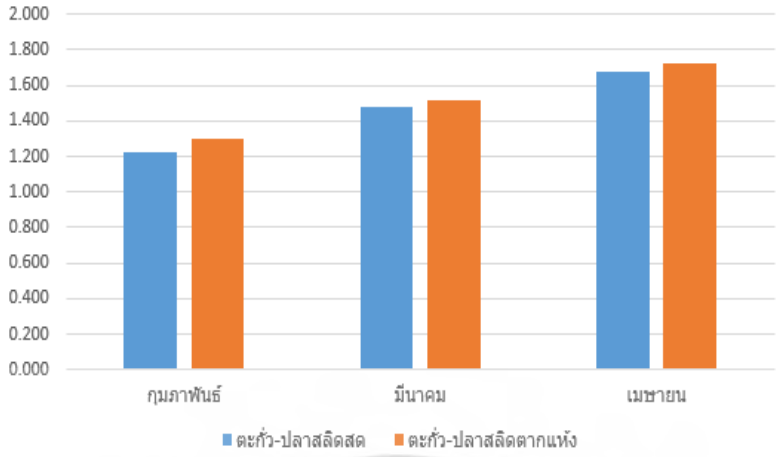
สำหรับปริมาณปนเปื้อนตะกั่วในปลาสลิดที่พบค่าเกินมาตรฐานกำหนด อาจเกิดจากปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อการสะสมของโลหะหนัก ได้แก่ ขนาด เพศ อายุของสัตว์น้ำ ลักษณะการบริโภค ชนิดของอาหารที่บริโภค และสิ่งแวดล้อมบริเวณที่อยู่อาศัยของสัตว์น้ำ (รัชดาและวลัย, 2557) ดังที่เคยมีการศึกษาในงานวิจัยต่างๆ ดังนี้ การศึกษาปริมาณโลหะหนักในสัตว์น้ำจากทะเลสาบสงขลา เมื่อจำแนกสัตว์น้ำตามถิ่นที่อยู่อาศัยคือ ทะเลน้อย ทะเลสาบตอนใน ทะเลสาบตอนกลาง และทะเลสาบตอนนอก พบอัตราการปนเปื้อนปริมาณปรอทในสัตว์น้ำที่เก็บจากทะเลน้อยมากที่สุด โดยสาเหตุจากทะเลน้อยมีตะกอนสารอินทรีย์อยู่มาก จึงเป็นสาเหตุให้มีการสะสมปรอทในตะกอนสูงกว่าทะเลสาบสงขลาตอนอื่น (สุดชฎา และคณะ, 2560) การศึกษาของสุรีย์พร และคณะ (2558) พบว่าเครื่องในปลาสลิดมีปริมาณโลหะหนักปนเปื้อนมากกว่าเนื้อปลาสลิด เนื่องจากปลาสลิดกินพืชและแพลงตอนซึ่งเป็นแหล่งที่มีการสะสมโลหะหนักเป็นอาหาร เมื่อปลาสลิดกินแพลงตอนเหล่านี้เข้าไปทำให้เกิดการสะสมโลหะหนักและสารพิษไว้ในเครื่องในของปลา สำหรับการปนเปื้อนโลหะหนักในกุ้งจากการศึกษาของเบญญาภา และคณะ (2560) สัณนิษฐานว่าบ่อกุ้งจะมีสภาพเป็นด่าง ซึ่งเป็นกลไกที่สำคัญที่จะทำให้โลหะหนักตกตะกอนได้ง่าย และทับถมอยู่ที่ตะกอนน้ำ จึงสะสมอยู่ในกุ้งน้อย นอกจากนี้การศึกษาของจิราภา และคณะ (2552) ที่พบแคดเมียมเกินมาตรฐานในหอยแครงที่ได้จากการเพาะเลี้ยงในบ่อดิน อาจเป็นผลจากที่บริเวณนั้นมีการใช้ปุ๋ยเคมีและสารกำจัดศัตรูพืชเป็นเวลานาน หรืออาจเป็นผลจากฝนที่กัดเซาะดินและชะโลหะหนักที่สะสมอยู่ออกมาลงสู่บ่อเลี้ยงซึ่งมีการไหลเวียนของน้ำน้อยกว่าในทะเล

4.3 ศึกษาความแตกต่างของปริมาณโลหะหนักที่ปนเปื้อนในปลาสลิดสดและปลาสลิดตากแห้ง

4.3.1 ความแตกต่างของปริมาณตะกั่วที่ปนเปื้อนในปลาสลิดสดและปลาสลิดตากแห้ง

เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณตะกั่วในปลาสลิดสดและปลาสลิดตากแห้งที่เก็บในแต่ละเดือน โดยในเดือนกุมภาพันธ์พบปริมาณปนเปื้อนตะกั่วในปลาสลิดสดและปลาสลิดตากแห้งเฉลี่ย 1.221 ± 0.093 และ 1.300± 0.097 มิลลิกรัม/กิโลกรัม เดือนมีนาคมพบปริมาณปนเปื้อนเฉลี่ย 1.481 ± 0.068 และ 1.524 ± 0.054 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และเดือนเมษายนพบปริมาณปนเปื้อนเฉลี่ย 1.677 ± 0.046 และ 1.724 ± 0.062 มิลลิกรัม/กิโลกรัม แสดงดังภาพที่ 4.2 โดยปริมาณตะกั่วในปลาสลิดสดและปลาสลิดตากแห้งในแต่ละเดือนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

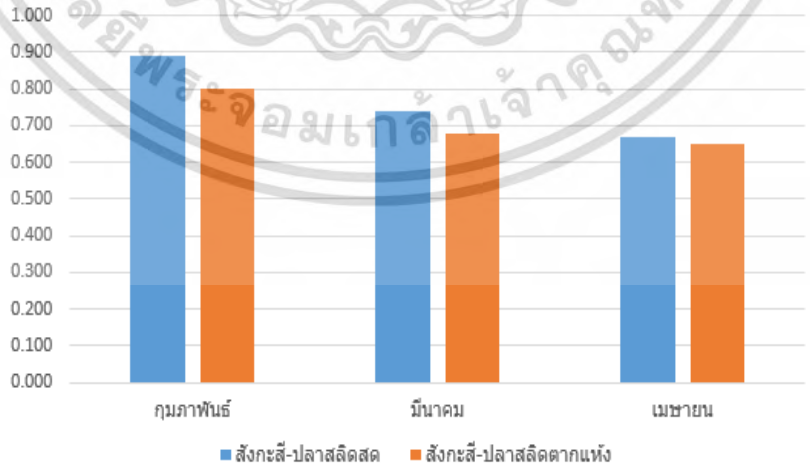
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.2 กราฟแสดงความแตกต่างระหว่างปริมาณเฉลี่ยของตะกั่วในปลาสลิดสดและปลาสลิดตากแห้ง

4.3.2 ความแตกต่างของปริมาณสังกะสีที่ปนเปื้อนในปลาสลิดสดและปลาสลิดตากแห้ง

เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณสังกะสีในปลาสลิดสดและปลาสลิดตากแห้งในแต่ละเดือนพบว่า เดือนกุมภาพันธ์มีปริมาณสังกะสีปนเปื้อนในปลาสลิดสดและปลาสลิดตากแห้งเฉลี่ย 0.893 ± 0.049 และ 0.799 ± 0.055 มิลลิกรัม/กิโลกรัม เดือนมีนาคมพบปริมาณปนเปื้อนเฉลี่ย 0.737 ± 0.032 และ 0.678 ± 0.030 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และเดือนเมษายนพบปริมาณปนเปื้อนเฉลี่ย 0.667 ± 0.026 และ 0.651 ± 0.046 มิลลิกรัม/กิโลกรัม แสดงดังภาพที่ 4.3 เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติพบว่าปริมาณสังกะสีในปลาสลิดสดจากเดือนกุมภาพันธ์และเดือนมีนาคมมากกว่าปริมาณสังกะสีในปลาสลิดตากแห้งอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) ส่วนปริมาณสังกะสีในปลาสลิดสดและปลาสลิดตากแห้งจากเดือนเมษายนพบว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P > 0.05$)

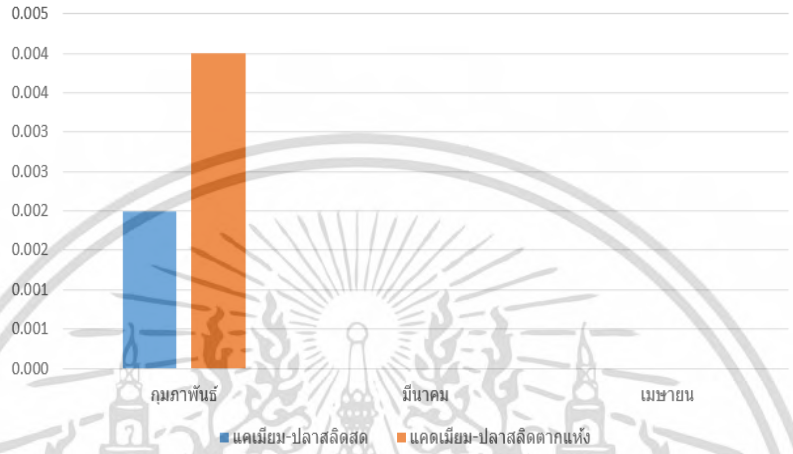


ภาพที่ 4.3 กราฟแสดงความแตกต่างระหว่างปริมาณเฉลี่ยของสังกะสีในปลาสลิดสดและปลาสลิดตากแห้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.3 ความแตกต่างของปริมาณแคดเมียมที่ปนเปื้อนในปลาสลิดสดและปลาสลิดตากแห้ง

เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณแคดเมียมในปลาสลิดสดและปลาสลิดตากแห้งในเดือนกุมภาพันธ์พบว่ามีปริมาณปนเปื้อนเฉลี่ย 0.002 ± 0.003 และ 0.004 ± 0.003 มิลลิกรัม/กิโลกรัม โดยปริมาณแคดเมียมที่ปนเปื้อนในปลาสลิดสดและปลาสลิดตากแห้งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P>0.05$) แสดงดังภาพที่ 4.4



ภาพที่ 4.4 กราฟแสดงความแตกต่างระหว่างปริมาณเฉลี่ยของแคดเมียมในปลาสลิดสดและปลาสลิดตากแห้ง

จากการเปรียบเทียบปริมาณปนเปื้อนโลหะหนักในปลาสลิดสดและปลาสลิดตากแห้งสามารถสรุปได้ว่า ปริมาณโลหะหนักที่พบในปลาสลิดตากแห้งไม่ได้มากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับปริมาณโลหะหนักที่พบในปลาสลิดสด จึงอาจกล่าวได้ว่าโลหะหนักที่อาจปนเปื้อนระหว่างกระบวนการแปรรูปปลาสลิดตากแห้ง ไม่ส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญของปริมาณโลหะหนักในปลาสลิดตากแห้ง

นอกจากนี้เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติที่ค่าความเชื่อมั่น 95% ของปริมาณปนเปื้อนเฉลี่ยของโลหะหนักในปลาสลิดสดและปลาสลิดตากแห้งแต่ละเดือน พบว่าปริมาณปนเปื้อนเฉลี่ยของตะกั่ว เดือนเมษายน > เดือนมีนาคม > เดือนกุมภาพันธ์ ส่วนปริมาณปนเปื้อนเฉลี่ยของสังกะสี เดือนกุมภาพันธ์ > เดือนมีนาคม > เดือนเมษายน และแคดเมียม พบปนเปื้อนเฉพาะเดือนกุมภาพันธ์ แสดงดังตารางที่ 4.9 และ 4.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.9 เปรียบเทียบปริมาณปนเปื้อนเฉลี่ยของตะกั่ว สังกะสี และแคดเมียม ในปลาสลิดสด

เดือน	ตะกั่ว (มิลลิกรัม/กิโลกรัม)	สังกะสี (มิลลิกรัม/กิโลกรัม)	แคดเมียม (มิลลิกรัม/กิโลกรัม)
กุมภาพันธ์	1.221 ± 0.093^{c}	0.893 ± 0.049^{a}	0.002 ± 0.003
มีนาคม	1.481 ± 0.068^{b}	0.737 ± 0.032^{b}	nd
เมษายน	1.677 ± 0.046^{a}	0.667 ± 0.026^{c}	nd

^{a,b,c} ตัวอักษรต่างกันในแนวตั้งเดียวกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

^{ns} แสดงความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

nd = not detected

ตารางที่ 4.10 เปรียบเทียบปริมาณปนเปื้อนเฉลี่ยของตะกั่ว สังกะสี และแคดเมียม ในปลาสลิดตากแห้ง

เดือน	ตะกั่ว (มิลลิกรัม/กิโลกรัม)	สังกะสี (มิลลิกรัม/กิโลกรัม)	แคดเมียม (มิลลิกรัม/กิโลกรัม)
กุมภาพันธ์	1.300 ± 0.097^{c}	0.799 ± 0.055^{a}	0.004 ± 0.003
มีนาคม	1.524 ± 0.054^{b}	0.678 ± 0.030^{b}	nd
เมษายน	1.724 ± 0.062^{a}	0.651 ± 0.046^{c}	nd

^{a,b,c} ตัวอักษรต่างกันในแนวตั้งเดียวกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

^{ns} แสดงความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

nd = not detected

แสดงให้เห็นว่าปริมาณปนเปื้อนโลหะหนักในแต่ละเดือนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) อาจมีผลจากความเข้มข้นของปริมาณโลหะหนักที่ปนเปื้อนในแหล่งน้ำด้วย ซึ่งอาจจะส่งผลกระทบต่อปริมาณโลหะหนักในเนื้อปลา มีการศึกษาการปนเปื้อนโลหะหนักในน้ำ บริเวณปากแม่น้ำท่าจีน จังหวัดสมุทรสาคร ในฤดูแล้ง (เดือนกุมภาพันธ์) และในฤดูน้ำหลาก (เดือนสิงหาคม) พบว่าการปนเปื้อนของแคดเมียมและตะกั่วในฤดูแล้งมีค่าสูงกว่าในฤดูน้ำหลาก ส่วนการปนเปื้อนของสังกะสีในฤดูน้ำหลากพบว่ามีค่ามากกว่าในฤดูแล้ง (ธัญชนก และคณะ, 2560) นอกจากนี้ เรืองวิชญ์ และคณะ (2546) ได้ศึกษาการปนเปื้อนโลหะหนักในปลาสลิด พบว่าปริมาณตะกั่วในน้ำจากบริเวณที่จับปลาจากแหล่งธรรมชาติมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับปริมาณตะกั่วที่สะสมในเนื้อเยื่อปลาสลิด และมีการศึกษาการปนเปื้อนโลหะหนักในปลาทะเลเศรษฐกิจที่สำคัญ 5 ชนิด จากช่องแคบ Kutubdia ทางตอนเหนือของอ่าว Bengal บังกลาเทศ โดยศึกษาปลาจาก 2 ฤดูคือ ช่วงก่อนมรสุมและหลังมรสุม ผลการศึกษาพบว่าปริมาณโลหะหนักที่สะสมในปลาส่วนมากจากช่วงหลังมรสุมมีปริมาณน้อยกว่าในปลาจากช่วงก่อนมรสุมอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) เนื่องจาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำฝนทำให้น้ำในระบบเพิ่มขึ้น จึงมีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณโลหะหนักในสัตว์น้ำ (Rahman และคณะ, 2019)

4.4 ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณโลหะหนักที่ปนเปื้อนกับขนาดของปลาสลิด

4.4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณโลหะหนักที่ปนเปื้อนกับขนาดของปลาสลิดสด

จากการเปรียบเทียบปริมาณตะกั่ว สังกะสี และแคดเมียม ที่วิเคราะห์ได้กับขนาดของปลาสลิดสดในแต่ละเดือน พบว่าขนาดของปลาสลิดสดไม่มีผลต่อปริมาณโลหะหนักที่พบ แสดงดังตารางที่ 4.11 – 4.13

ตารางที่ 4.11 เปรียบเทียบปริมาณปนเปื้อนเฉลี่ยของตะกั่ว สังกะสี และแคดเมียม กับขนาดปลาสลิดสดในเดือนกุมภาพันธ์

ร้านขายปลาสลิด	ตะกั่ว (มิลลิกรัม/กิโลกรัม)	สังกะสี (มิลลิกรัม/กิโลกรัม)	แคดเมียม (มิลลิกรัม/กิโลกรัม)	น้ำหนัก (กรัม)	ความยาว (เซนติเมตร)
A	$1.126^{b} \pm 0.051$	$0.934^{ns} \pm 0.034$	$0.005^{ns} \pm 0.004$	$139.33^{ns} \pm 17.87$	$18.00^{ns} \pm 1.00$
B	$1.247^{ab} \pm 0.057$	$0.860^{ns} \pm 0.066$	nd	$144.69^{ns} \pm 14.33$	$18.17^{ns} \pm 0.29$
C	$1.291^{a} \pm 0.082$	$0.884^{ns} \pm 0.008$	$0.003^{ns} \pm 0.003$	$148.83^{ns} \pm 5.27$	$19.17^{ns} \pm 0.29$

^{a,b,c} ตัวอักษรต่างกันในแนวตั้งเดียวกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

^{ns} แสดงความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

nd = not detected

ตารางที่ 4.12 เปรียบเทียบปริมาณปนเปื้อนเฉลี่ยของตะกั่ว สังกะสี และแคดเมียม กับขนาดปลาสลิดสดในเดือนมีนาคม

ร้านขายปลาสลิด	ตะกั่ว (มิลลิกรัม/กิโลกรัม)	สังกะสี (มิลลิกรัม/กิโลกรัม)	แคดเมียม (มิลลิกรัม/กิโลกรัม)	น้ำหนัก (กรัม)	ความยาว (เซนติเมตร)
A	$1.404^{c} \pm 0.016$	$0.768^{ns} \pm 0.024$	nd	$174.54^{a} \pm 9.88$	$18.83^{ns} \pm 0.29$
B	$1.483^{b} \pm 0.008$	$0.721^{ns} \pm 0.031$	nd	$137.51^{b} \pm 9.95$	$19.17^{ns} \pm 0.76$
C	$1.556^{a} \pm 0.026$	$0.722^{ns} \pm 0.021$	nd	$143.02^{b} \pm 10.97$	$18.83^{ns} \pm 0.29$

^{a,b,c} ตัวอักษรต่างกันในแนวตั้งเดียวกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

^{ns} แสดงความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

nd = not detected

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.13 เปรียบเทียบปริมาณปนเปื้อนเฉลี่ยของตะกั่ว สังกะสี และแคดเมียม กับขนาดปลาสลิดสดในเดือนเมษายน

ร้านขายปลาสลิด	ตะกั่ว (มิลลิกรัม/กิโลกรัม)	สังกะสี (มิลลิกรัม/กิโลกรัม)	แคดเมียม (มิลลิกรัม/กิโลกรัม)	น้ำหนัก (กรัม)	ความยาว (เซนติเมตร)
A	$1.622^{c} \pm 0.004$	$0.655^{ns} \pm 0.024$	nd	$147.74^{c} \pm 4.36$	$17.17^{b} \pm 0.29$
B	$1.684^{b} \pm 0.017$	$0.669^{ns} \pm 0.010$	nd	$159.85^{b} \pm 4.40$	$17.33^{ab} \pm 0.58$
C	$1.725^{a} \pm 0.017$	$0.678^{ns} \pm 0.041$	nd	$180.12^{a} \pm 4.01$	$18.00^{a} \pm 0.00$

^{a,b,c} ตัวอักษรต่างกันในแนวตั้งเดียวกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

^{ns} แสดงความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

nd = not detected

4.4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณโลหะหนักที่ปนเปื้อนกับขนาดของปลาสลิดตากแห้ง

จากการเปรียบเทียบปริมาณตะกั่ว สังกะสี และแคดเมียม ที่วิเคราะห์ได้กับขนาดของปลาสลิดตากแห้งในแต่ละเดือน พบว่าขนาดของปลาสลิดตากแห้งไม่มีผลต่อปริมาณโลหะหนักที่พบ แสดงดังตารางที่ 4.14 – 4.16

ตารางที่ 4.14 เปรียบเทียบปริมาณปนเปื้อนเฉลี่ยของตะกั่ว สังกะสี และแคดเมียม กับขนาดปลาสลิดตากแห้งในเดือนกุมภาพันธ์

ร้านขายปลาสลิด	ตะกั่ว (มิลลิกรัม/กิโลกรัม)	สังกะสี (มิลลิกรัม/กิโลกรัม)	แคดเมียม (มิลลิกรัม/กิโลกรัม)	น้ำหนัก (กรัม)	ความยาว (เซนติเมตร)
A	$1.187^{c} \pm 0.023$	$0.845^{a} \pm 0.036$	$0.004^{ns} \pm 0.003$	$115.16^{b} \pm 5.71$	$17.50^{ns} \pm 0.50$
B	$1.316^{b} \pm 0.059$	$0.816^{a} \pm 0.025$	$0.004^{ns} \pm 0.004$	$149.29^{ab} \pm 17.87$	$18.17^{ns} \pm 0.29$
C	$1.397^{a} \pm 0.007$	$0.735^{b} \pm 0.018$	$0.004^{ns} \pm 0.001$	$134.08^{a} \pm 7.36$	$18.33^{ns} \pm 0.58$

^{a,b,c} ตัวอักษรต่างกันในแนวตั้งเดียวกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

^{ns} แสดงความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

nd = not detected

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.15 เปรียบเทียบปริมาณปนเปื้อนเฉลี่ยของตะกั่ว สังกะสี และแคดเมียม กับขนาดปลาสลิดตากแห้งในเดือนมีนาคม

ร้านขายปลาสลิด	ตะกั่ว (มิลลิกรัม/กิโลกรัม)	สังกะสี (มิลลิกรัม/กิโลกรัม)	แคดเมียม (มิลลิกรัม/กิโลกรัม)	น้ำหนัก (กรัม)	ความยาว (เซนติเมตร)
A	$1.461^{c} \pm 0.011$	$0.708^{a} \pm 0.012$	nd	$112.64^{b} \pm 3.98$	$17.10^{ns} \pm 0.53$
B	$1.534^{b} \pm 0.029$	$0.676^{ab} \pm 0.028$	nd	$114.46^{b} \pm 13.59$	$17.50^{ns} \pm 0.50$
C	$1.579^{a} \pm 0.017$	$0.650^{b} \pm 0.006$	nd	$135.48^{a} \pm 7.21$	$17.67^{ns} \pm 0.76$

^{a,b,c} ตัวอักษรต่างกันในแนวตั้งเดียวกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

^{ns} แสดงความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

nd = not detected

ตารางที่ 4.16 เปรียบเทียบปริมาณปนเปื้อนเฉลี่ยของตะกั่ว สังกะสี และแคดเมียม กับขนาดปลาสลิดตากแห้งในเดือนเมษายน

ร้านขายปลาสลิด	ตะกั่ว (มิลลิกรัม/กิโลกรัม)	สังกะสี (มิลลิกรัม/กิโลกรัม)	แคดเมียม (มิลลิกรัม/กิโลกรัม)	น้ำหนัก (กรัม)	ความยาว (เซนติเมตร)
A	$1.668^{b} \pm 0.043$	$0.651^{ns} \pm 0.091$	nd	$169.90^{a} \pm 6.61$	$18.00^{a} \pm 0.87$
B	$1.720^{ab} \pm 0.015$	$0.650^{ns} \pm 0.013$	nd	$150.26^{b} \pm 7.42$	$17.67^{a} \pm 0.58$
C	$1.785^{a} \pm 0.056$	$0.652^{ns} \pm 0.007$	nd	$120.50^{c} \pm 6.34$	$15.67^{b} \pm 0.58$

^{a,b,c} ตัวอักษรต่างกันในแนวตั้งเดียวกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

^{ns} แสดงความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

nd = not detected

จากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณโลหะหนักที่ปนเปื้อนกับขนาดของปลาสลิดสดและปลาสลิดตากแห้ง สามารถสรุปได้ว่าขนาดของปลาไม่มีผลต่อปริมาณโลหะหนักที่ปนเปื้อน สอดคล้องกับ รัชดาและวลัย (2557) ที่ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณโลหะหนักที่ปนเปื้อนและขนาดของสัตว์น้ำ ได้แก่ปลาทะเลชนิดต่างๆ กุ้ง และหมึก โดยพบว่าความยาวและน้ำหนักตัวไม่มีผลต่อปริมาณโลหะหนักที่พบ

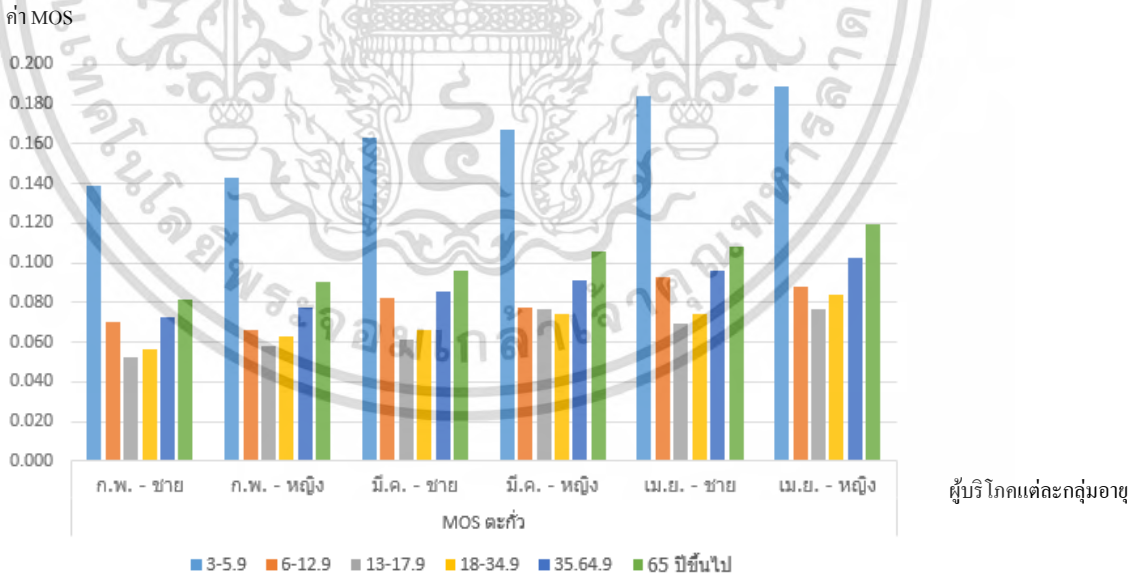
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 การประเมินความเสี่ยงจากการบริโภคปลาสลิดตากแห้ง

นำผลการวิเคราะห์ปริมาณปนเปื้อนโลหะหนักในปลาสลิดตากแห้งมาประเมินความเสี่ยงจากการได้รับสัมผัสของผู้บริโภคในแต่ละกลุ่มอายุ ได้แก่ กลุ่มอายุ 3-5.9, 6-12.9, 13-17.9, 18-34.9, 35-64.9 และ 65 ปีขึ้นไปโดยใช้ข้อมูลการบริโภคอาหารประจำวันของคนไทย จากข้อมูลการบริโภคอาหารของประเทศไทยของสำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (มกอช.) โดยใช้ค่าเฉลี่ยและค่าเปอร์เซนต์ไทล์ที่ 97.5 ของปริมาณอาหารที่บริโภคสำหรับประชากรทั้งหมด (per capital) ในแต่ละกลุ่มอายุ

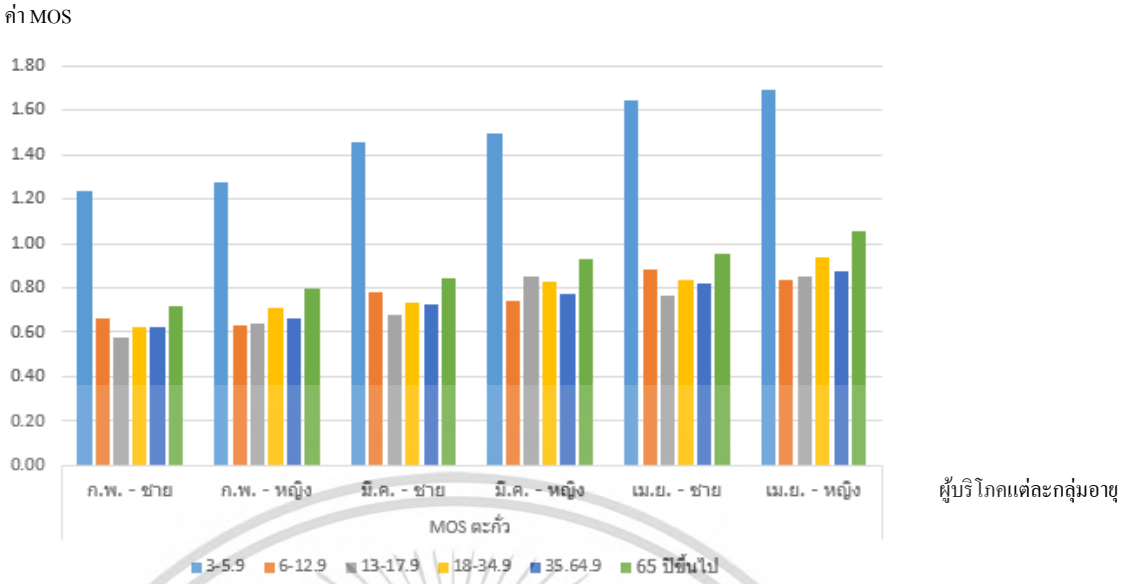
4.5.1 การประเมินความเสี่ยงจากตะกั่วที่ปนเปื้อนในปลาสลิดตากแห้ง

ผลการประเมินความเสี่ยงที่จะเกิดผลกระทบต่อสุขภาพจากการบริโภคปลาสลิดตากแห้งที่ปนเปื้อนตะกั่วในเดือนกุมภาพันธ์ เดือนมีนาคม และเดือนเมษายน พบว่าการบริโภคปลาสลิดตากแห้งที่ค่าเฉลี่ย มีค่าความปลอดภัย (MOS) ของผู้บริโภคทั้งเพศชายและเพศหญิงในทุกกลุ่มอายุ < 1 ซึ่งไม่ส่งผลกระทบต่อร่างกาย สำหรับการบริโภคที่ค่าเปอร์เซนต์ไทล์ 97.5 พบว่าผู้บริโภคทั้งเพศชายและเพศหญิง ที่กลุ่มอายุ 3-5.9 ปี มีค่าความปลอดภัย (MOS) > 1 ส่วนผู้บริโภคที่ช่วงอายุ 6-65 ปีขึ้นไปมีค่า < 1 จึงสรุปได้ว่าผู้บริโภคในกลุ่มอายุ 3-5.9 ปี ที่บริโภคปลาสลิดตากแห้งที่ค่าเปอร์เซนต์ไทล์ 97.5 มีความเสี่ยงต่อสุขภาพจากตะกั่ว โดยค่าความปลอดภัยจากตะกั่วในแต่ละกลุ่มอายุ แสดงดังภาพที่ 4.5 และ 4.6



ภาพที่ 4.5 กราฟแสดงลักษณะความเสี่ยงจากตะกั่ว ที่ค่าเฉลี่ยของปริมาณปลาสลิดตากแห้งที่บริโภคสำหรับประชากรทั้งหมด (per capital) ในแต่ละกลุ่มอายุ

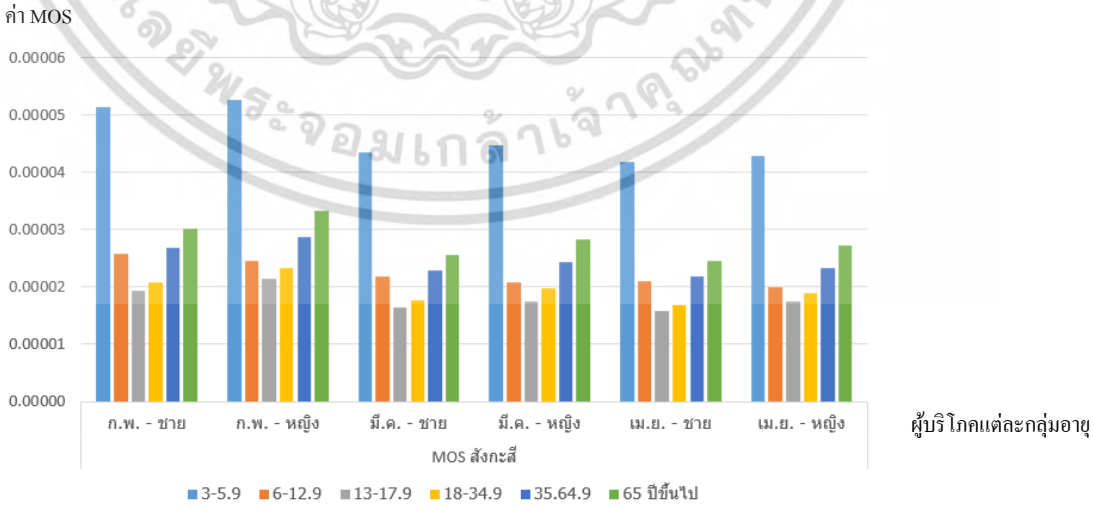
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.6 กราฟแสดงลักษณะความเสี่ยงจากตะกั่ว ที่ค่าเปอร์เซนต์ไทล์ที่ 97.5 ของปริมาณปลาสลิดตากแห้งที่บริโภคสำหรับประชากรทั้งหมด (per capital) ในแต่ละกลุ่มอายุ

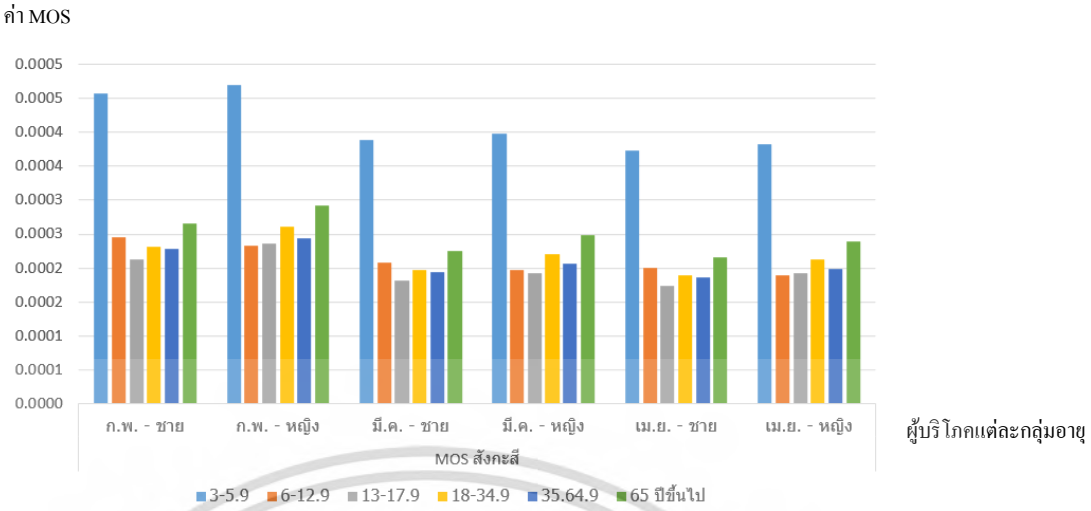
4.5.2 การประเมินความเสี่ยงจากสังกะสีที่ปนเปื้อนในปลาสลิดตากแห้ง

ผลการประเมินความเสี่ยงที่จะเกิดผลกระทบต่อสุขภาพจากการบริโภคปลาสลิดตากแห้งที่ปนเปื้อนสังกะสีในเดือนกุมภาพันธ์ เดือนมีนาคม และเดือนเมษายน พบว่าการบริโภคปลาสลิดตากแห้งที่ค่าเฉลี่ยและค่าเปอร์เซนต์ไทล์ที่ 97.5 ในแต่ละกลุ่มอายุ มีค่าความปลอดภัย (MOS) ของผู้บริโภคทั้งเพศชายและเพศหญิงในทุกกลุ่มอายุ < 1 แสดงให้เห็นว่าผู้บริโภคได้รับสังกะสีในระดับที่ไม่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพ โดยค่าความปลอดภัยจากสังกะสีในแต่ละกลุ่มอายุ แสดงดังภาพที่ 4.7 และ 4.8



ภาพที่ 4.7 กราฟแสดงลักษณะความเสี่ยงจากสังกะสี ที่ค่าเฉลี่ยของปริมาณปลาสลิดตากแห้งที่บริโภคสำหรับประชากรทั้งหมด (per capital) ในแต่ละกลุ่มอายุ

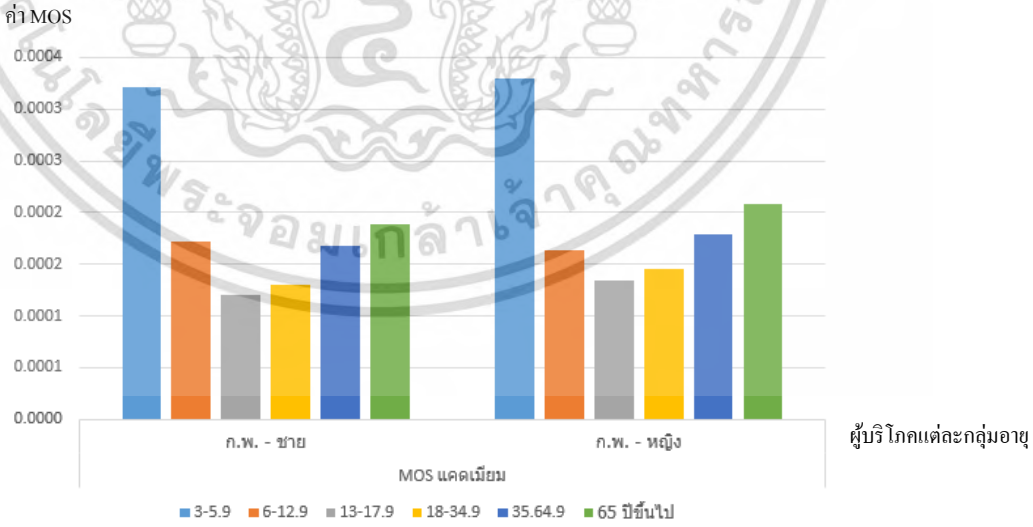
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.8 กราฟแสดงลักษณะความเสี่ยงจากสังกะสี ที่ค่าเปอร์เซนต์ไทล์ที่ 97.5 ของปริมาณปลาสลิดตากแห้งที่บริโภคสำหรับประชากรทั้งหมด (per capital) ในแต่ละกลุ่มอายุ

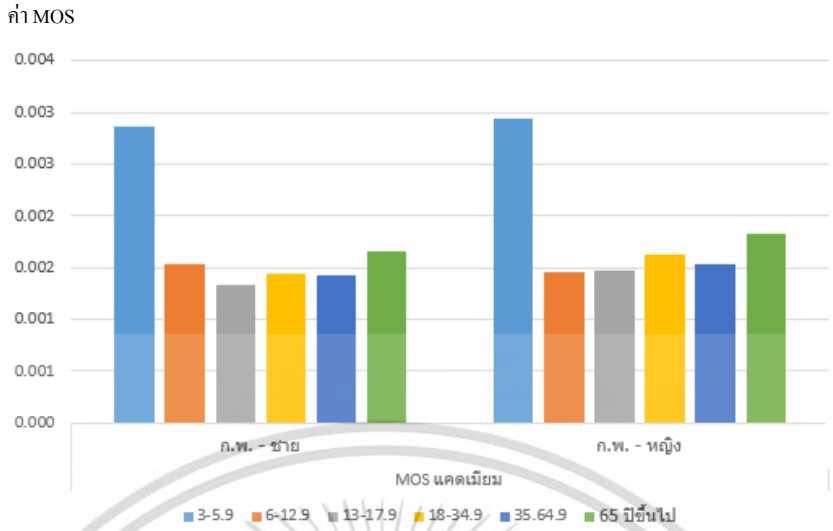
4.5.3 การประเมินความเสี่ยงจากแคดเมียมที่ปนเปื้อนในปลาสลิดตากแห้ง

ผลการประเมินความเสี่ยงที่จะเกิดผลกระทบต่อสุขภาพจากการบริโภคปลาสลิดตากแห้งที่ปนเปื้อนแคดเมียมในเดือนกุมภาพันธ์ พบว่าการบริโภคปลาสลิดตากแห้งที่ค่าเฉลี่ยและค่าเปอร์เซนต์ไทล์ที่ 97.5 ในแต่ละกลุ่มอายุ มีค่าความปลอดภัย (MOS) ของผู้บริโภคทั้งเพศชายและเพศหญิงในทุกกลุ่มอายุ < 1 แสดงให้เห็นว่าผู้บริโภคได้รับแคดเมียมในระดับที่ไม่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพ โดยค่าความปลอดภัยจากแคดเมียมในแต่ละกลุ่มอายุ แสดงดังภาพที่ 4.9 และ 4.10



ภาพที่ 4.9 กราฟแสดงลักษณะความเสี่ยงจากแคดเมียม ที่ค่าเฉลี่ยของปริมาณปลาสลิดตากแห้งที่บริโภคสำหรับประชากรทั้งหมด (per capital) ในแต่ละกลุ่มอายุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.10 กราฟแสดงลักษณะความเสี่ยงจากแคดเมียม ที่ค่าเปอร์เซนต์ไทล์ที่ 97.5 ของปริมาณปลาสลิดตากแห้งที่บริโภคสำหรับประชากรทั้งหมด (per capital) ในแต่ละกลุ่มอายุ

จากการประเมินความเสี่ยงการบริโภคปลาสลิดตากแห้ง โดยประเมินจากการบริโภคที่ค่าเฉลี่ยและค่าเปอร์เซนต์ไทล์ที่ 97.5 ของปริมาณปลาสลิดตากแห้งที่บริโภคสำหรับประชากรทั้งหมด (per capital) พบว่ามีเพียงผู้บริโภคที่ช่วงอายุ 3-5.9 ปี จากการบริโภคที่ค่าเปอร์เซนต์ไทล์ 97.5 ได้รับปริมาณตะกั่วเกินค่าความปลอดภัย (MOS > 1) ซึ่งค่าความปลอดภัยนี้ขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย ได้แก่ ปริมาณโลหะหนักที่ปนเปื้อนในเนื้อปลาสลิด ปริมาณการบริโภค เพศ และอายุของผู้บริโภค โดยตะกั่วมีอันตรายต่อระบบประสาททำให้เป็นอัมพาต ไตอักเสบ โลหิตจาง มีผลให้ IQ เด็กลดลง ทำให้เบื่ออาหาร คลื่นไส้ อาเจียน ท้องผูก และมีผลต่อระบบสืบพันธุ์ทำให้เป็นหมันได้ เป็นต้น (สุดชฎา และคณะ, 2560) สำหรับการบริโภคสังกะสีและแคดเมียม ที่ค่าเฉลี่ยและค่าเปอร์เซนต์ไทล์ที่ 97.5 ของปริมาณปลาสลิดตากแห้งนั้นพบว่าอยู่ในระดับที่ไม่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพผู้บริโภค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาการปนเปื้อนของโลหะหนักในปลาสลิดสดและปลาสลิดตากแห้ง โดยเก็บตัวอย่างจากร้านขายริมถนนสุขุมวิท ตำบลคลองด่าน อำเภอบางบ่อ จังหวัดสมุทรปราการ ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ – เดือนมีนาคม 2563 เมื่อนำตัวอย่างไปวิเคราะห์หาตะกั่ว สังกะสี และแคดเมียมด้วยเทคนิค Atomic Absorption Spectroscopy ผลจากการวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักในปลาสลิดสดและปลาสลิดตากแห้งจากตัวอย่างทั้ง 3 เดือน พบว่าตะกั่วมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 1.126 - 1.725 และ 1.187 - 1.785 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ตามลำดับ สังกะสีมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 0.655 - 0.934 และ 0.650 - 0.845 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และแคดเมียมมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง ไม่พบ - 0.005 และ ไม่พบ - 0.004 มิลลิกรัม/กิโลกรัม โดยตะกั่วมีการปนเปื้อนเกินมาตรฐานของกองควบคุมตรวจสอบผลิตภัณฑ์และการแปรรูปสัตว์ กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ และมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ปลาเค็ม:ปลาสลิด (มอก. 1199-2536) ปริมาณโลหะหนักที่พบในปลาสลิดตากแห้งไม่ได้มากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับปริมาณโลหะหนักที่พบในปลาสลิดสด และเมื่อเปรียบเทียบการปนเปื้อนโลหะหนักในปลาสลิดสดและปลาสลิดตากแห้งเฉลี่ยในแต่ละเดือน พบว่าปริมาณปนเปื้อนเฉลี่ยของตะกั่ว เดือนเมษายน > เดือนมีนาคม > เดือนกุมภาพันธ์ ส่วนปริมาณปนเปื้อนเฉลี่ยของสังกะสี เดือนกุมภาพันธ์ > เดือนมีนาคม > เดือนเมษายน และแคดเมียม พบปนเปื้อนเฉพาะเดือนกุมภาพันธ์ นอกจากนี้ยังพบว่าขนาดของปลาไม่มีผลต่อปริมาณโลหะหนักที่ปนเปื้อนในเนื้อปลา

จากการประเมินความเสี่ยงการได้รับสัมผัสของผู้บริโภคในแต่ละกลุ่มอายุ ได้แก่ กลุ่มอายุ 3-5.9, 6-12.9, 13-17.9, 18-34.9, 35-64.9 และ 65 ปีขึ้นไป พบว่าการบริโภคปลาสลิดตากแห้งที่ปนเปื้อนตะกั่วที่ค่าเปอร์เซนต์ไทล์ 97.5 สำหรับกลุ่มอายุ 3-5.9 ปี มีความเสี่ยงต่อสุขภาพจากตะกั่ว ส่วนปริมาณการบริโภคที่ค่าเฉลี่ยในทุกกลุ่มอายุพบว่าได้รับตะกั่วในระดับที่ไม่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพ นอกจากนี้การบริโภคปลาสลิดตากแห้งที่ปนเปื้อนสังกะสีและแคดเมียม ที่ปริมาณค่าเฉลี่ยและค่าเปอร์เซนต์ไทล์ที่ 97.5 ในทุกกลุ่มอายุของผู้บริโภคพบว่าได้รับสังกะสีแคดเมียมในระดับที่ไม่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 ข้อเสนอแนะ

การศึกษาครั้งนี้ได้ศึกษาปลาสลิดในฤดูแล้งและพบว่าในแต่ละเดือนมีปริมาณการปนเปื้อนที่ต่างกัน ดังนั้นจึงควรศึกษาการปนเปื้อนโลหะหนักในปลาสลิดในฤดูน้ำหลากหรือศึกษาตลอดทั้งปี เพื่อเปรียบเทียบการปนเปื้อนโลหะหนักในตัวอย่างที่มาจากเดือนหรือฤดูกาลที่ต่างกัน นอกจากนี้ยังควรศึกษาปริมาณปนเปื้อนโลหะหนักในแหล่งน้ำที่เลี้ยงปลาเช่นกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กัลยกร ตั้งอุไรวรรณ. 2549. “การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นและองค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ในจังหวัดสมุทรปราการ.” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

กองตรวจสอบคุณภาพสินค้าประมง. 2562. **โลหะหนัก.** [Online]. เข้าถึงได้จาก : https://www.fisheries.go.th/quality/KM.php. 3 พฤศจิกายน 2562.

กองพัฒนาอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ. 2557. **การปนเปื้อนโลหะหนักในสัตว์น้ำจากสะพานปลาท่าเทียบเรือ.** [Online]. เข้าถึงได้จาก : https://www4.fisheries.go.th/local/file_document/20200418124318 _1_file.pdf. 27 มกราคม 2564.

กองวิจัยและพัฒนาประมงทะเล. 2562 . **ร่างคู่มือการปฏิบัติงานวิเคราะห์โลหะหนักในสัตว์น้ำ.** [Online]. เข้าถึงได้จาก : https://www4.fisheries.go.th/local/ file_document/20190801155209 _1_file.pdf. 3 พฤศจิกายน 2562.

กองส่งเสริมการประมง. 2563. **การเลี้ยงปลาสลิด.** [Online]. เข้าถึงได้จาก : http://eto.ku.ac.th/neweto /e- book/animal.html. 9 พฤศจิกายน 2563.

กาญจนา พัฒธนานุรักษ์. 2556. “ธุรกิจปลาสลิด อำเภอบ้านแพ้ว จังหวัดสมุทรสาคร.” หน้า 476-483. ใน **การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 51**. กรุงเทพฯ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จิราภา อุณหเลขกะ, จารุวรรณ ลิ้มสัจจะสกุล, นฤมล จันทร์แก้ว, ศิริ วัดสว่าง, สมบูรณ์ โตประสิทธิ์, ปราโมทย์ วนิชาชีวะ และลัดดาวัลย์ โรจนพรรณทิพย์. 2552. “การศึกษาปริมาณตะกั่ว แคดเมียม ดีบุกและปรอท ที่ปนเปื้อนในหอยแครง และ หอยแมลงภู่ บริเวณอ่าวไทยตอนใน ปี 2552.” **วารสารอาหารและยา.** 18(2) : 15-22.

ธัญชนก จินดาศรี, เชษฐพงษ์ เมฆสัมพันธ์, ณิศรา ถาวรโสตร์, อรอิงค์ เวชสิทธิ์ และพฤหัส จันทร์นวล. 2560. “การปนเปื้อนโลหะหนักในน้ำ บริเวณปากแม่น้ำท่าจีน จังหวัดสมุทรสาคร” หน้า 591-599. ใน **การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 55.** กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เบญญาภา ธีระวิทยเลิศ, นิลาวรรณ งามขำ, วรางคณา วิเศษมณี ลี, ยิ่งเจริญ คูสกุลรัตน์ และ ธวัช เพชรไทย. 2560. “การประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพจากโลหะหนักที่ปนเปื้อนในกุ้ง.” **วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี หัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ.** 3(1) : 52-60.

ปศุสัตว์.คอม. 2562. **ปลาสลิดแดดเดียว/ปลาสลิดตากแห้ง.** [Online]. เข้าถึงได้จาก : https://pasusat.com/%E0%B8%9B%E0%B8%A5%E0%B8%B2%E0%B8%AA%E0%B8%A5%E0%B8%B4%E0%B8%94%E0%B9%81%E0%B8%94%E0%B8%94%E0%B9%80%E0%B8%94%E0%B8%B5%E0%B8%A2%E0%B8%A7/. 21 พฤศจิกายน 2562.

พลังเกษตร. 2562. **สัตว์น้ำ.** [Online]. เข้าถึงได้จาก https://www.palangkaset.com/%E0%B8%AA%E0%B8%B1%E0%B8%95%E0%B8%A7%E0%B9%8C%E0%B8%99%E0%B9%89%E0%B8%B3/%E0%B8%9B%E0%B8%A5%E0%B8%B2%E0%B8%AA%E0%B8%A5%E0%B8%B4%E0%B8%94-4. 21 พฤศจิกายน 2562.

มหาวิทยาลัยมหิดล สถาบันนวัตกรรมการเรียนรู้. 2562. **มลพิษจากโลหะหนัก.** [Online]. เข้าถึงได้จาก : https://il.mahidol.ac.th/e-media/ecology/chapter2/chapter2_airpolution11.htm. 3 พฤศจิกายน 2562.

เรืองวิชญ์ ยุ้นพันธ์, พงศ์เชฎฐ์ พิชิตกุล และ ชุมพล ศรีทอง. 2546. “การปนเปื้อนโลหะหนักในปลาสลิด จังหวัดสมุทรปราการ.” หน้า 254-260. ใน **การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 41.** กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี. 2562. **อำเภอบางบ่อ.** [Online]. เข้าถึงได้จาก : https://th.wikipedia.org/wiki อำเภอบางบ่อ. 20 ตุลาคม 2562.

ศุภลักษณ์ พวงสุวรรณ. 2557. “ปริมาณโลหะหนักบางชนิดในปลาทูน่าบริเวณแนวสันเขาใต้น้ำ 90° E.” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการทรัพยากรทะเลและชายฝั่ง, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ศิริวรรณ ตันตระวาณิชย์, นพมาศ อัครจันทโชติ, อลิศรา พรายแก้ว, ยุวธิดา ชิวปรีชา, จำรัญ ศรีพุ่มเทียน, ชัชวาลย์ ช่างทำ และ มธุรส อ่อนไทย. 2563. “การเตรียมความพร้อมชุมชนเพื่อขับเคลื่อนการขอใช้ตราสัญลักษณ์สิ่งบ่งชี้ทางภูมิศาสตร์ไทย ปลาสลิดบางบ่อ จังหวัดสมุทรปราการ”. **วารสารวิจัยเพื่อพัฒนาเชิงพื้นที่.** 12(4) : 289-306.

สุดชฎา ศรประสิทธิ์, กิ่งแก้ว กาญจนรัตน์ และ อรัญญา อัศวอารีย์. 2560. “การประเมินความเสี่ยงโลหะหนักในปลาและกุ้งจากทะเลสาบสงขลาต่อคนไทย” **วารสารกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์.** 32(7) : 115-127.

สถาบันอาหาร. 2563. **การวิเคราะห์ความเสี่ยง.** [Online]. เข้าถึงได้จาก : http://fic.nfi.or.th/foodsafety/foodsafety/riskInfo.php?id=3. 19 ธันวาคม 2563.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สุนันทา โอศิริ และประมุข โอศิริ. 2552. “สถานการณ์ความปลอดภัยของอาหารทะเลในภาคตะวันออก.” **วารสารการส่งเสริมสุขภาพและอนามัยสิ่งแวดล้อม.** 32(4) : 74-86.

สุรีย์พร หอมวิเศษวงศา, กรรณิการ์ แก้วกิ้ม, อัจจนา ขาทิพย์, นันท์นภัส ลายทิพย์, เกษม พลายแก้ว, ชัชวาลย์ ช่างทา และ ศิริวรรณ ตันตระวาณิชย์. 2558. “การวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักในปลาสลิด ตำบลคลองด่าน อำเภอบางบ่อ จังหวัดสมุทรปราการ.” หน้า 419-424. ใน **การประชุมวิชาการระดับชาติวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีระหว่างสถาบัน ครั้งที่ 3.** กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ.

สาวิตรี จำปาหอม. 2559. “ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM_{10}) และโลหะใน PM_{10} ภายในและภายนอกอาคารในจังหวัดราชบุรี.” การค้นคว้าอิสระวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศิลปากร.

สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. 2559. **ข้อมูลการบริโภคของประเทศไทย.** [Online]. เข้าถึงได้จาก : http://www.thaincd.com/document/file/info/non-communicable-disease/Thai_Food_Consumption_Data_2016.pdf. 19 ธันวาคม 2563.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2536. **มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เรื่องปลาเค็ม:ปลาสลิด. มอก. 1199-2536.** [Online]. เข้าถึงได้จาก : http://www.ratchakitcha.soc.go.th/RKJ/.soc.go.th/RKJ/announce/search_result.jsp. 15 สิงหาคม 2564.

Baharoma, Z.S and Ishaka, M.Y. 2015. “Determination of heavy metal accumulation in fish Species in Galas River, Kelantan and Beranang mining pool, Selangor.” **Procedia Environmental Sciences.** 30 : 320-325.

Fish Inspection and Quality Control Division. 1995. Fish Products Inspection Manual, Amendment No.5. Department of Fisheries.

Keshavarzi, B, Hassanaghaei, M., Moore, F., Mehr, M.R., Soltanian, S., Lahijanzadeh A.R. and Sorooshian A. 2018. “Heavy metal contamination and health risk assessment in three commercial fish species in the Persian Gulf.” **Marine Pollution Bulletin.** 129 : 245-252.

Rahman, S., Hossain, S., Ahmed, K., Akther, S., Jolly, Y.N., Akhter, S., Kabir, M.J and Choudhury, T.R. 2019. “Assessment of heavy metals contamination in selected tropical marine fish Species in Bangladesh and their impact on human health.” **Procedia Environmental Sciences.** 18 : 299- 309.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

World Health Organization. 1982. **Evaluations of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA).** [Online]. Available : https://apps.who.int/food-additives-contaminants-jecfa-database/chemical.aspx?chemID=4197. 20 October 2019.

World Health Organization. 2011. **Evaluations of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA).** [Online]. Available : https://apps.who.int/food-additives-contaminants-jecfa-database/chemical.aspx?chemID=3511. 20 October 2019.

World Health Organization. 2013. **Evaluations of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA).** [Online]. Available : https://apps.who.int/food-additives-contaminants-jecfa-database/chemical.aspx?chemID=1376. 20 October 2019.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

การคำนวณการได้รับสัมผัสโลหะหนัก

จากสมการที่ 1

ประเมินการได้รับสัมผัสโลหะหนัก (ไมโครกรัม/คน/วัน)

= ปริมาณโลหะหนักที่ปนเปื้อน (ไมโครกรัม/กรัม) x ปริมาณการบริโภค (กรัม/คน/วัน)

โดยปริมาณโลหะหนักที่ปนเปื้อนในปลาสลิดตากแห้งและการบริโภคที่ค่าเฉลี่ยและค่าเปอร์เซนต์ไทล์ที่ 97.5 ของปริมาณปลาสลิดตากแห้งที่บริโภคสำหรับประชากรทั้งหมด (per capital) ในแต่ละกลุ่มอายุ แสดงดังตารางที่ ก.1 และ ก.2

ตารางที่ ก.1 ค่าเฉลี่ยปริมาณโลหะหนักที่ปนเปื้อนในปลาสลิดตากแห้งในแต่ละเดือน

เดือน	ตะกั่ว (ไมโครกรัม/กรัม)	สังกะสี (ไมโครกรัม/กรัม)	แคดเมียม (ไมโครกรัม/กรัม)
กุมภาพันธ์	1.300	0.799	0.004
มีนาคม	1.524	0.678	nd
เมษายน	1.724	0.651	nd

ตารางที่ ก.2 ค่าเฉลี่ยและค่าเปอร์เซนต์ไทล์ที่ 97.5 ของปริมาณปลาสลิดตากแห้งที่บริโภคสำหรับประชากรทั้งหมด (per capital) ในแต่ละกลุ่มอายุ

กลุ่มอายุ	ค่าเฉลี่ย (กรัม/คน/วัน)	ค่าเปอร์เซนต์ไทล์ที่ 97.5 (กรัม/คน/วัน)
3-5.9	1.12	10.00
6-12.9	1.05	10.00
13-17.9	1.36	15.00
18-34.9	1.74	19.43
35-64.9	2.21	18.86
65 ขึ้นไป	2.21	19.43

ที่มา : ข้อมูลการบริโภคอาหารของประเทศไทย (2559)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างการคำนวณ

การได้รับสัมผัสตะกั่ว จากค่าเฉลี่ยของปริมาณปลาสลิดตากแห้งที่บริโภคสำหรับประชากรทั้งหมด (per capital) ในกลุ่มอายุ 3-5.9 ปี ในเดือนกุมภาพันธ์

= 1.300 (ไมโครกรัม/กรัม) x 1.12 (กรัม/คน/วัน)

= 1.46 (ไมโครกรัม/คน/วัน)

ก.1 การรับสัมผัสโลหะหนัก จากค่าเฉลี่ยของปริมาณปลาสลิดตากแห้งที่บริโภคสำหรับประชากรทั้งหมด (per capital) ในแต่ละกลุ่มอายุ

ตารางที่ ก.3 ค่าการรับสัมผัสตะกั่วในปลาสลิดตากแห้งจากค่าเฉลี่ยที่บริโภคสำหรับประชากรทั้งหมด (per capital) ในแต่ละกลุ่มอายุ

กลุ่มอายุ(ปี)	การรับสัมผัสตะกั่ว (ไมโครกรัม/คน/วัน)		
	กุมภาพันธ์	มีนาคม	เมษายน
3-5.9	1.46	1.71	1.93
6-12.9	1.37	1.60	1.81
13-17.9	1.77	2.07	2.34
18-34.9	2.26	2.65	3.00
35.64.9	2.87	3.37	3.81
65 ปีขึ้นไป	2.87	3.37	3.81

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.4 ค่าการรับสัมผัสสังกะสีในปลาสลิดตากแห้งจากค่าเฉลี่ยที่บริโภคสำหรับประชากรทั้งหมด (per capital) ในแต่ละกลุ่มอายุ

กลุ่มอายุ(ปี)	การรับสัมผัสสังกะสี (ไมโครกรัม/คน/วัน)		
	กุมภาพันธ์	มีนาคม	เมษายน
3-5.9	0.89	0.76	0.73
6-12.9	0.84	0.71	0.68
13-17.9	1.09	0.92	0.89
18-34.9	1.39	1.18	1.13
35.64.9	1.77	1.50	1.44
65 ปีขึ้นไป	1.77	1.50	1.44

ตารางที่ ก.5 ค่าการรับสัมผัสแคดเมียมในปลาสลิดตากแห้งจากค่าเฉลี่ยที่บริโภคสำหรับประชากรทั้งหมด (per capital) ในแต่ละกลุ่มอายุ

กลุ่มอายุ(ปี)	การรับสัมผัสแคดเมียม (ไมโครกรัม/คน/วัน)		
	กุมภาพันธ์	มีนาคม	เมษายน
3-5.9	0.004	-	-
6-12.9	0.004	-	-
13-17.9	0.005	-	-
18-34.9	0.007	-	-
35.64.9	0.009	-	-
65 ปีขึ้นไป	0.009	-	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก.2 การรับสัมผัสโลหะหนัก จากค่าเปอร์เซนต์ไทล์ที่ 97.5 ของปริมาณปลาสลิดตากแห้งที่บริโภคสำหรับประชากรทั้งหมด (per capital) ในแต่ละกลุ่มอายุ

ตารางที่ ก.6 ค่าการรับสัมผัสตะกั่วในปลาสลิดตากแห้งจากค่าเปอร์เซนต์ไทล์ที่ 97.5 ที่บริโภคสำหรับประชากรทั้งหมด (per capital) ในแต่ละกลุ่มอายุ

กลุ่มอายุ(ปี)	การรับสัมผัสตะกั่ว (ไมโครกรัม/คน/วัน)		
	กุมภาพันธ์	มีนาคม	เมษายน
3-5.9	13.00	15.24	17.24
6-12.9	13.00	15.24	17.24
13-17.9	19.50	22.86	25.86
18-34.9	25.26	29.61	33.50
35.64.9	24.52	28.74	32.51
65 ปีขึ้นไป	25.26	29.61	33.50

ตารางที่ ก.7 ค่าการรับสัมผัสสังกะสีในปลาสลิดตากแห้งจากค่าเปอร์เซนต์ไทล์ที่ 97.5 ที่บริโภคสำหรับประชากรทั้งหมด (per capital) ในแต่ละกลุ่มอายุ

กลุ่มอายุ(ปี)	การรับสัมผัสสังกะสี (ไมโครกรัม/คน/วัน)		
	กุมภาพันธ์	มีนาคม	เมษายน
3-5.9	7.99	6.78	6.51
6-12.9	7.99	6.78	6.51
13-17.9	11.99	10.17	9.77
18-34.9	15.52	13.17	12.65
35.64.9	15.07	12.79	12.28
65 ปีขึ้นไป	15.52	13.17	12.65

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ก.8 ค่าการรับสัมผัสแคดเมียมในปลาสลิดตากแห้งจากค่าเปอร์เซนต์ไทล์ที่ 97.5 ที่บริโภคสำหรับประชากรทั้งหมด (per capital) ในแต่ละกลุ่มอายุ

กลุ่มอายุ(ปี)	การรับสัมผัสแคดเมียม (ไมโครกรัม/คน/วัน)		
	กุมภาพันธ์	มีนาคม	เมษายน
3-5.9	0.004	-	-
6-12.9	0.004	-	-
13-17.9	0.005	-	-
18-34.9	0.007	-	-
35.64.9	0.009	-	-
65 ปีขึ้นไป	0.009	-	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

การคำนวณค่าความปลอดภัย Margin of Safety (MOS)

<u>จากสมการที่ 2</u>

$$MOS = \frac{\text{Exposure}}{\text{Health-base guidance value (HBGV)}}$$

โดยใช้ค่าการรับสัมผัสโลหะหนักที่แสดงดังภาคผนวก ก จากตารางที่ ก.3 - ก.8 และค่า Health-base guidance value (HBGV) จากตารางที่ 3.3 - 3.5

<u>ตัวอย่างการคำนวณ</u>

การคำนวณค่าความปลอดภัย Margin of Safety (MOS) จากการบริโภคตะกั่วที่ปนเปื้อนในปลาสลิดตากแห้ง จากค่าเฉลี่ยที่บริโภคสำหรับประชากรทั้งหมด (per capital) ในเพศชาย กลุ่มอายุ 3-5.9 ปี ในเดือนกุมภาพันธ์

$$= \frac{1.46 \text{ (ไมโครกรัม/คน/วัน)}}{10.48 \text{ (ไมโครกรัม/คน/วัน)}}$$

$$= 0.139$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข.1 ค่าความปลอดภัย (MOS) จากการบริโภคโลหะหนักที่ปนเปื้อนในปลาสลิดตากแห้ง จากค่าเฉลี่ยที่บริโภคสำหรับประชากรทั้งหมด (per capital) ในแต่ละกลุ่มอายุ

ตารางที่ ข.1 ค่าความปลอดภัยจากการบริโภคตะกั่วที่ปนเปื้อนในปลาสลิดตากแห้ง จากค่าเฉลี่ยที่บริโภคสำหรับประชากรทั้งหมด (per capital) ในแต่ละกลุ่มอายุ

กลุ่มอายุ (ปี)	ค่าความปลอดภัยจากการบริโภคตะกั่วที่ปนเปื้อนในปลาสลิดตากแห้ง					
	ก.พ. - ชาย	ก.พ. - หญิง	มี.ค. - ชาย	มี.ค. - หญิง	เม.ย. - ชาย	เม.ย. - หญิง
3-5.9	0.139	0.143	0.163	0.167	0.184	0.189
6-12.9	0.070	0.066	0.082	0.078	0.093	0.088
13-17.9	0.052	0.058	0.061	0.077	0.069	0.077
18-34.9	0.056	0.063	0.066	0.074	0.075	0.084
35.64.9	0.073	0.078	0.085	0.091	0.096	0.103
65 ปีขึ้นไป	0.082	0.090	0.096	0.106	0.108	0.120

ตารางที่ ข.2 ค่าความปลอดภัยจากการบริโภคสังกะสีที่ปนเปื้อนในปลาสลิดตากแห้ง จากค่าเฉลี่ยที่บริโภคสำหรับประชากรทั้งหมด (per capital) ในแต่ละกลุ่มอายุ

กลุ่มอายุ (ปี)	ค่าความปลอดภัยจากการบริโภคสังกะสีที่ปนเปื้อนในปลาสลิดตากแห้ง					
	ก.พ. - ชาย	ก.พ. - หญิง	มี.ค. - ชาย	มี.ค. - หญิง	เม.ย. - ชาย	เม.ย. - หญิง
3-5.9	0.00005	0.00005	0.00004	0.00004	0.00004	0.00004
6-12.9	0.00003	0.00002	0.00002	0.00002	0.00002	0.00002
13-17.9	0.00002	0.00002	0.00002	0.00002	0.00002	0.00002
18-34.9	0.00002	0.00002	0.00002	0.00002	0.00002	0.00002
35.64.9	0.00003	0.00003	0.00002	0.00002	0.00002	0.00002
65 ปีขึ้นไป	0.00003	0.00003	0.00003	0.00003	0.00002	0.00003

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.3 ค่าความปลอดภัยจากการบริโภคแคดเมียมที่ปนเปื้อนในปลาสลิดตากแห้ง จากค่าเฉลี่ยที่บริโภคสำหรับประชากรทั้งหมด (per capital) ในแต่ละกลุ่มอายุ

กลุ่มอายุ (ปี)	ค่าความปลอดภัยจากการบริโภคแคดเมียมที่ปนเปื้อนในปลาสลิดตากแห้ง					
	ก.พ. - ชาย	ก.พ. - หญิง	มี.ค. - ชาย	มี.ค. - หญิง	เม.ย. - ชาย	เม.ย. - หญิง
3-5.9	0.0003	0.0003	-	-	-	-
6-12.9	0.0002	0.0002	-	-	-	-
13-17.9	0.0001	0.0001	-	-	-	-
18-34.9	0.0001	0.0001	-	-	-	-
35.64.9	0.0002	0.0002	-	-	-	-
65 ปีขึ้นไป	0.0002	0.0002	-	-	-	-

ข.2 ค่าความปลอดภัย (MOS) จากการบริโภคโลหะหนักที่ปนเปื้อนในปลาสลิดตากแห้ง จากค่าเปอร์เซนต์ไทล์ที่ 97.5 ที่บริโภคสำหรับประชากรทั้งหมด (per capital) ในแต่ละช่วงอายุ

ตารางที่ ข.4 ค่าความปลอดภัยจากการบริโภคตะกั่วที่ปนเปื้อนในปลาสลิดตากแห้ง จากค่าเปอร์เซนต์ไทล์ที่ 97.5 ที่บริโภคสำหรับประชากรทั้งหมด (per capital) ในแต่ละกลุ่มอายุ

กลุ่มอายุ (ปี)	ค่าความปลอดภัยจากการบริโภคตะกั่วที่ปนเปื้อนในปลาสลิดตากแห้ง					
	ก.พ. - ชาย	ก.พ. - หญิง	มี.ค. - ชาย	มี.ค. - หญิง	เม.ย. - ชาย	เม.ย. - หญิง
3-5.9	1.240	1.273	1.454	1.492	1.645	1.688
6-12.9	0.665	0.631	0.780	0.740	0.882	0.837
13-17.9	0.577	0.640	0.677	0.849	0.766	0.849
18-34.9	0.627	0.706	0.736	0.828	0.832	0.936
35.64.9	0.620	0.662	0.727	0.776	0.823	0.878
65 ปีขึ้นไป	0.719	0.793	0.843	0.930	0.954	1.052

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.5 ค่าความปลอดภัยจากการบริโภคสังกะสีที่ปนเปื้อนในปลาสลิดตากแห้ง จากค่าเปอร์เซนต์ไทล์ที่ 97.5 ที่บริโภคสำหรับประชากรทั้งหมด (per capital) ในแต่ละกลุ่มอายุ

กลุ่มอายุ (ปี)	ค่าความปลอดภัยจากการบริโภคสังกะสีที่ปนเปื้อนในปลาสลิดตากแห้ง					
	ก.พ. - ชาย	ก.พ. - หญิง	มี.ค. - ชาย	มี.ค. - หญิง	เม.ย. - ชาย	เม.ย. - หญิง
3-5.9	0.0005	0.0005	0.0004	0.0004	0.0004	0.0004
6-12.9	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002
13-17.9	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002
18-34.9	0.0002	0.0003	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002
35.64.9	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002
65 ปีขึ้นไป	0.0003	0.0003	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002

ตารางที่ ข.6 ค่าความปลอดภัยจากการบริโภคแคดเมียมที่ปนเปื้อนในปลาสลิดตากแห้ง จากค่าเปอร์เซนต์ไทล์ที่ 97.5 ที่บริโภคสำหรับประชากรทั้งหมด (per capital) ในแต่ละกลุ่มอายุ

กลุ่มอายุ (ปี)	ค่าความปลอดภัยจากการบริโภคแคดเมียมที่ปนเปื้อนในปลาสลิดตากแห้ง					
	ก.พ. - ชาย	ก.พ. - หญิง	มี.ค. - ชาย	มี.ค. - หญิง	เม.ย. - ชาย	เม.ย. - หญิง
3-5.9	0.003	0.003	-	-	-	-
6-12.9	0.002	0.001	-	-	-	-
13-17.9	0.001	0.001	-	-	-	-
18-34.9	0.001	0.002	-	-	-	-
35.64.9	0.001	0.002	-	-	-	-
65 ปีขึ้นไป	0.002	0.002	-	-	-	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ – นามสกุล	นางสาวอนุสรา มิตรสันเทียะ
วัน เดือน ปีเกิด	11 พฤษภาคม พ.ศ. 2536
ที่อยู่	432 ข บ้านเมืองเก่า ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดชัยภูมิ 36000
ประวัติการศึกษา	- พ.ศ. 2558 จบการศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาอุตสาหกรรมเกษตร คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง - พ.ศ. 2561 ศึกษาต่อในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการจัดการความปลอดภัยอาหาร คณะอุตสาหกรรมอาหาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ประสบการณ์ทำงาน	พ.ศ. 2558 – ปัจจุบัน - พนักงานแผนก R&D บริษัท Fuji seal packaging (Thailand)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้