การวิเคราะห์ปริมาณสารปรอทในแซลมอนที่จำหน่ายในกรุงเทพมหานคร ประเทศไทย

Determination of Mercury levels in Salmon Sold in Bangkok, Thailand

(Received: May 31,2026 ; Revised: June 12,2026 ; Accepted: June 14,2026)

ชัญญานุช ศรีพิพัฒน์[1] ภาวิต หน่อไชย[2]
Chanyanut Sripipat[1] and Phawit Norchai[2]

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้การวิจัยเชิงสำรวจแบบภาคตัดขวาง (Survey research by Cross-sectional study) มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจวัดระดับปรอทรวม (Total Mercury) ในผลิตภัณฑ์ปลาแซลมอนที่จำหน่ายในกรุงเทพมหานคร เปรียบเทียบระดับปรอทตามประเทศต้นทางและลักษณะการผลิต และประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพโดยอ้างอิงค่า Tolerable Weekly Intake (TWI) ของ FAO/WHO JECFA เก็บตัวอย่างปลาแซลมอนจำนวน 15 ตัวอย่าง จากซูเปอร์มาร์เก็ต ร้านค้าปลีก และช่องทางออนไลน์ในกรุงเทพมหานคร ครอบคลุมผลิตภัณฑ์นำเข้าจาก 4 ประเทศ ได้แก่ นอร์เวย์ (n=8) ชิลี (n=3) สหรัฐอเมริกา/Alaska (n=3) และนิวซีแลนด์ (n=1) ทั้งในรูปแบบ farmed salmon และ wild-caught salmon วิเคราะห์ระดับปรอทด้วยเทคนิค Inductively Coupled Plasma–Mass Spectrometry (ICP-MS) ตามวิธีมาตรฐาน AOAC 2015.01 ณ ห้องปฏิบัติการ Central Thai Laboratory

ผลการวิจัยพบว่า 10 ใน 15 ตัวอย่าง (ร้อยละ 66.7) มีค่าปรอทต่ำกว่าขีดจำกัดการตรวจวัด (LOD = 0.016 mg/kg) ส่วนอีก 5 ตัวอย่างที่ตรวจพบปรอทมีค่าอยู่ในช่วง 0.021–0.038 mg/kg โดยค่าสูงสุดพบในแซลมอนเพาะเลี้ยงจากนิวซีแลนด์ที่ 0.038 mg/kg คิดเป็นเพียงร้อยละ 7.6 ของเกณฑ์มาตรฐาน Codex Alimentarius (≤ 0.5 mg/kg) ไม่มีตัวอย่างใดเกินเกณฑ์มาตรฐานดังกล่าว Wild-caught salmon ทั้ง 3 ตัวอย่างตรวจพบปรอทในระดับที่วัดได้ ในขณะที่ farmed salmon มีเพียง 2 ใน 12 ตัวอย่างที่ตรวจพบ สะท้อนถึงกลไก bioaccumulation ผ่านห่วงโซ่อาหารตามธรรมชาติ การประเมินความเสี่ยงโดยอ้างอิงค่า TWI (1.6 µg/kg น้ำหนักตัว/สัปดาห์) และน้ำหนักตัวอ้างอิง 60 กิโลกรัม พบว่าปริมาณการบริโภคสูงสุดที่ปลอดภัยอยู่ในช่วง 2.53–6.00 กิโลกรัม/สัปดาห์ ซึ่งสูงกว่าปริมาณการบริโภคจริงในชีวิตประจำวันอย่างมีนัยสำคัญ

คำสำคัญ: ปรอท, เมทิลเมอร์คิวรี, ปลาแซลมอน, ICP-MS, Tolerable Weekly Intake, ความปลอดภัยอาหาร, เวชศาสตร์ชะลอวัย

ABSTRACT

This study was survey research by cross-sectional study aimed to determine total mercury levels in salmon products sold in Bangkok, Thailand; to compare mercury levels by country of origin and production type; and to assess health risks using the Tolerable Weekly Intake (TWI) established by FAO/WHO JECFA. Fifteen salmon samples were collected from supermarkets, retail stores, and online vendors in Bangkok, representing imports from four countries: Norway (n=8), Chile (n=3), the United States/Alaska (n=3), and New Zealand (n=1), including both farmed and wild-caught varieties. Total mercury was analyzed by Inductively Coupled Plasma–Mass Spectrometry (ICP-MS) following the AOAC Official Method 2015.01 at Central Thai Laboratory.

The results showed that 10 of 15 samples (66.7%) had mercury levels below the limit of detection (LOD = 0.016 mg/kg). The remaining five samples contained mercury concentrations of 0.021–0.038 mg/kg, with the highest value in New Zealand-farmed salmon (0.038 mg/kg), representing only 7.6% of the Codex Alimentarius maximum limit (≤ 0.5 mg/kg). No sample exceeded the international safety standard. All three

[1] สาขาวิชาวิทยาการชะลอวัยและฟื้นฟูสุขภาพ วิทยาลัยการแพทย์บูรณาการ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์
[2] สาขาวิชาวิทยาการชะลอวัยและฟื้นฟูสุขภาพ วิทยาลัยการแพทย์บูรณาการ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ Corresponding author; E-mail address: pare16777@gmail.com

wild-caught salmon samples had detectable mercury levels, compared with only 2 of 12 farmed salmon samples, consistent with mercury bioaccumulation through natural food chains. Risk assessment based on the TWI (1.6 μg/kg body weight/week) and a reference body weight of 60 kg indicated that the maximum safe salmon consumption ranged from 2.53 to 6.00 kg per week—substantially higher than typical dietary intake.

Keywords: mercury, methylmercury, salmon, ICP-MS, tolerable weekly intake, food safety, anti-aging medicine

บทนำ

ในช่วงทศวรรษที่ผ่านมา พฤติกรรมการบริโภคอาหารของคนไทยในเขตเมืองเปลี่ยนแปลงไปอย่างเห็นได้ชัด โดยเฉพาะความนิยมในการบริโภคปลาแซลมอน ซึ่งได้รับการยอมรับทั้งในแง่ของรสชาติและคุณค่าทางโภชนาการ ข้อมูลจาก Norwegian Seafood Council (2024) รายงานว่าคนไทยเกือบครึ่งหนึ่งบริโภคแซลมอนเป็นกิจวัตร จนเกิดเป็นปรากฏการณ์ที่เรียกว่า "Saturday Salmon" ซึ่งสะท้อนถึงการฝังรากของอาหารชนิดนี้ในวัฒนธรรมการกินของสังคมเมือง[1,2,3] ในเชิงปริมาณ ประเทศไทยนำเข้าแซลมอนมากกว่า 18,971 ตัน ในปี พ.ศ. 2567 และเพียงครึ่งแรกของปี พ.ศ. 2568 ปริมาณนำเข้าก็เข้าใกล้ 19,000 ตันแล้ว สะท้อนถึงอัตราการเติบโตของตลาดที่สูงและต่อเนื่อง[4] จากมุมมองของเวชศาสตร์ป้องกันและเวชศาสตร์ชะลอวัย ปลาแซลมอนถือเป็นแหล่งโปรตีนคุณภาพสูงและอุดมด้วยกรดไขมันโอเมก้า-3 โดยเฉพาะ eicosapentaenoic acid (EPA) และ docosahexaenoic acid (DHA) ซึ่งมีหลักฐานทางคลินิกรองรับในด้านการลดภาวะการอักเสบระดับเซลล์ การปรับสมดุล lipid metabolism และการลดความเสี่ยงของโรคหัวใจและหลอดเลือด

อย่างไรก็ตาม ประโยชน์ทางโภชนาการดังกล่าวต้องพิจารณาควบคู่กับความเสี่ยงจากสารปนเปื้อนที่อาจสะสมในเนื้อปลา[5,6,7,8] โลหะหนักที่มีนัยสำคัญทางคลินิกในบริบทนี้คือ ปรอท (Mercury; Hg) โดยเฉพาะในรูปของเมทิลเมอร์คิวรี (Methylmercury; MeHg) ซึ่งเกิดจากกระบวนการเมทิลเลชันของปรอทอนินทรีย์โดยจุลชีพในตะกอนดินใต้น้ำ เมทิลเมอร์คิวรีมีคุณสมบัติในการสะสมแบบ bioaccumulation ผ่านห่วงโซ่อาหาร และออกฤทธิ์เป็น neurotoxin โดยสามารถผ่านทั้ง blood-brain barrier และ placental barrier ได้ แม้ว่าปลาแซลมอนจะอยู่ในลำดับกลางของห่วงโซ่อาหารและมีระดับปรอทต่ำกว่าปลานักล่าขนาดใหญ่อย่างทูน่าหรือฉลาม แต่ความเสี่ยงสะสมจากการบริโภคในปริมาณมากและสม่ำเสมอยังคงเป็นประเด็นที่ต้องพิจารณาอย่างรอบคอบในเชิงสาธารณสุข[9,10] ระดับปรอทในแซลมอนที่จำหน่ายในประเทศไทยอาจแปรผันตามหลายปัจจัย ได้แก่ ประเทศต้นทาง วิธีการเพาะเลี้ยงหรือแหล่งจับ คุณภาพน้ำและอาหารที่ใช้เลี้ยง รูปแบบผลิตภัณฑ์ รวมถึงกระบวนการขนส่งและเก็บรักษา แม้งานวิจัยในระดับนานาชาติจะรายงานว่าแซลมอนส่วนใหญ่มีระดับปรอทอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ แต่ข้อมูลเฉพาะสำหรับแซลมอนที่จำหน่ายในกรุงเทพมหานครยังมีอยู่น้อยมาก และยังไม่มีการศึกษาใดในประเทศไทยที่ประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพโดยเปรียบเทียบกับค่า Tolerable Weekly Intake (TWI) สำหรับเมทิลเมอร์คิวรีตามเกณฑ์ของ FAO/WHO Joint Expert Committee on Food Additives (JECFA)[11,12] ด้วยเหตุนี้ การศึกษาครั้งนี้จึงมุ่งตรวจวัดระดับปรอทในแซลมอนที่จำหน่ายจริงในกรุงเทพมหานคร เปรียบเทียบระดับปรอทตามประเทศต้นทางและลักษณะการผลิต และประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพโดยอ้างอิงค่า TWI ผลที่ได้จะเป็นประโยชน์ต่อการให้คำแนะนำโภชนาการเชิงป้องกัน การกำหนดแนวทางความปลอดภัยอาหาร

และการคุ้มครองกลุ่มประชากรที่มีความเปราะบางสูง ได้แก่ หญิงตั้งครรภ์และเด็ก

ปลาแซลมอน (Salmon) ได้รับความสนใจจากแพทย์และนักโภชนาการมาอย่างต่อเนื่อง ไม่เพียงเพราะเป็นแหล่งโปรตีนคุณภาพสูงที่มีกรดอะมิโนจำเป็นครบถ้วน แต่เนื่องจากมีกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงซ้อนสายยาวชนิดโอเมก้า-3 ในปริมาณสูง ได้แก่ eicosapentaenoic acid (EPA) และ docosahexaenoic acid (DHA) ซึ่งมีหลักฐานทางคลินิกรองรับอย่างแข็งแกร่งในการลดภาวะการอักเสบเรื้อรังระดับต่ำ (chronic low-grade inflammation) การปรับสมดุล lipid metabolism การลดความเสี่ยงของ atherosclerosis รวมถึงบทบาทต่อการทำงานของระบบประสาทส่วนกลางและพัฒนาการของสมอง ในมุมมองของเวชศาสตร์ชะลอวัย ซึ่งให้ความสำคัญกับการลดการอักเสบและการชะลอการเสื่อมของเซลล์ในระดับโมเลกุล การบริโภคปลาที่อุดมด้วยโอเมก้า-3 อย่างสม่ำเสมอจึงถูกพิจารณาว่าเป็นหนึ่งในกลยุทธ์ทางโภชนาการที่มีศักยภาพในการชะลอกระบวนการชรา ความแตกต่างระหว่างปลาแซลมอนจากการเพาะเลี้ยง (farmed salmon) และจากธรรมชาติ (wild-caught salmon) มีนัยสำคัญทั้งในเชิงโภชนาการและความปลอดภัยด้านอาหาร และมักสร้างความสับสนในทางคลินิก ในด้านโภชนาการ farmed salmon มีปริมาณไขมันรวมสูงกว่า wild salmon ประมาณสองเท่า Jensen และคณะ รายงานว่าเมื่อพิจารณาปริมาณ EPA+DHA สุทธิที่ได้รับต่อหนึ่งหน่วยบริโภค farmed salmon ให้ EPA+DHA รวมสูงกว่า wild salmon เนื่องจากมีมวลไขมันมากกว่า อย่างไรก็ตาม wild salmon มีสัดส่วนของโอเมก้า-3 ต่อไขมันรวม (omega-3 ratio) สูงกว่า กล่าวคือไขมันที่มีอยู่เป็น "ไขมันดี" ในสัดส่วนที่มากกว่า[13] ประเด็นที่มีความสำคัญในเชิง antiaging และมักถูกมองข้ามคือองค์ประกอบของไขมันส่วนที่เหลือใน farmed salmon อาหารเลี้ยงปลาในระบบ aquaculture มักประกอบด้วยน้ำมันพืชที่มีกรดไขมันโอเมก้า-6 (linoleic acid) สูง ส่งผลให้ farmed salmon มีสัดส่วนของโอเมก้า-6 สูงกว่า wild salmon อย่างชัดเจน ซึ่งโอเมก้า-6 ในปริมาณมากเกินไปจะส่งเสริมกระบวนการอักเสบผ่าน arachidonic acid pathway ซึ่งเป็นทิศทางตรงข้ามกับสิ่งที่ EPA และ DHA พยายามยับยั้ง ดังนั้นในเชิงคลินิก การพิจารณาเฉพาะปริมาณโอเมก้า-3 สุทธิโดยไม่คำนึงถึง omega- 3 to omega- 6 ratio จึงอาจให้ภาพที่ไม่ครบถ้วน ในด้านสารปนเปื้อน งานวิจัยเดียวกัน รายงานว่า wild salmon มีระดับปรอทไดออกซิน และ PCBs (Polychlorinated Biphenyls) สูงกว่า farmed salmon อย่างมีนัยสำคัญ โดยระดับปรอทใน wild salmon สูงกว่าประมาณสามเท่า PCBs เป็นสารเคมีอุตสาหกรรมที่ถูกแบนไปแล้วแต่ยังคงตกค้างในสิ่งแวดล้อม มีคุณสมบัติเป็น lipophilic จึงสะสมในเนื้อเยื่อไขมันผ่านกลไก bioaccumulation เช่นเดียวกับเมทิลเมอร์คิวรี และจัดเป็น Group 1 carcinogen โดย IARC (International Agency for Research on Cancer) สาเหตุที่ wild salmon มีสารปนเปื้อนเหล่านี้สูงกว่าเป็นเพราะหากินเองในธรรมชาติที่ยังมีสารตกค้างอยู่ ในขณะที่ farmed salmon ได้รับอาหารสำเร็จรูปที่ผ่านการควบคุมคุณภาพ แม้ทั้งสองกลุ่มจะยังอยู่ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานของสหภาพยุโรปก็ตาม[13,14] สรุปในเชิงคลินิกสำหรับการแนะนำผู้ป่วยในบริบทของเวชศาสตร์ชะลอวัย farmed salmon ให้ EPA+DHA สุทธิสูงกว่าและมีความเสี่ยงจากปรอทและ PCBs ต่ำกว่า แต่มี omega-3 to omega-6 ratio ที่ด้อยกว่า ในขณะที่ wild salmon มีคุณภาพไขมันดีกว่าในเชิงสัดส่วน แต่มีภาวะสารปนเปื้อนสูงกว่า

ปรอทและเมทิลเมอร์คิวรี (Mercury & Methylmercury) ปรอท (Mercury; Hg) เป็นโลหะหนักที่พบได้ตามธรรมชาติในสิ่งแวดล้อม และสามารถเข้าสู่ระบบนิเวศทางน้ำจากทั้งแหล่งธรรมชาติและกิจกรรมของมนุษย์ เช่น การเผา

ไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิล อุตสาหกรรมเหมืองแร่ และการปล่อยของเสียจากกระบวนการอุตสาหกรรม ปรอทสามารถเปลี่ยนแปลงรูปแบบทางเคมีได้หลายชนิด โดยรูปแบบที่มีความสำคัญต่อความปลอดภัยอาหารมากที่สุดคือ เมทิลเมอร์คิวรี (Methylmercury; MeHg) ซึ่งเป็นปรอทอินทรีย์ที่มีความเป็นพิษสูง เมทิลเมอร์คิวรีเกิดจากกระบวนการเมทิลเลชันของปรอทอนินทรีย์โดยจุลชีพในแหล่งน้ำ โดยเฉพาะบริเวณตะกอนดินและแหล่งน้ำลึก จากนั้นจะเข้าสู่ห่วงโซ่อาหารทางน้ำ และเกิดการสะสมแบบชีวสั่งสม (bioaccumulation) และการเพิ่มระดับตามลำดับห่วงโซ่อาหาร (biomagnification) ส่งผลให้ปลาและอาหารทะเลเป็นแหล่งสำคัญของการได้รับเมทิลเมอร์คิวรีในมนุษย์[9,10]

ผลกระทบต่อสุขภาพจากการได้รับเมทิลเมอร์คิวรี (Health effects) สิ่งที่มีนัยสำคัญในเชิงเวชศาสตร์ชะลอวัยคือ ผลของการสัมผัสเมทิลเมอร์คิวรีในระดับต่ำแต่ยาวนาน แม้จะไม่แสดงอาการชัดเจน แต่มีหลักฐานว่ากลไกนี้รบกวน mitochondrial electron transport chain เพิ่ม oxidative stress ระดับเซลล์ และกระตุ้น neuroinflammation ผ่าน microglia ซึ่งล้วนเป็นกลไกสำคัญของการแก่ชราเกิดจากภาวะอักเสบเรื้อรังระดับต่ำ (chronic low-grade inflammation) ที่เวชศาสตร์ชะลอวัยให้ความสนใจ

ผลกระทบต่อสุขภาพและแนวคิดการประเมินความเสี่ยง เมทิลเมอร์คิวรีเป็น lipophilic cation ที่ดูดซึมผ่านทางเดินอาหารได้มากกว่าร้อยละ 90 ต่างจากปรอทอนินทรีย์ที่ดูดซึมได้เพียงร้อยละ 7–15 เท่านั้น เมื่อเข้าสู่กระแสเลือดจะจับกับ L-cysteine ก่อตัวเป็น MeHg-cysteine complex ที่มีโครงสร้างคล้าย methionine ทำให้ถูกขนส่งข้าม blood-brain barrier และ placental barrier ผ่าน neutral amino acid transporter ได้โดยตรง[9] นี่คือเหตุผลว่าทำไมสมองและทารกในครรภ์จึงเป็นอวัยวะเป้าหมายหลัก การกำหนดค่า TWI สำหรับเมทิลเมอร์คิวรีเป็นหนึ่งในงานประเมินความเสี่ยงด้านอาหารที่ใช้เวลานานและได้รับการทบทวนมากที่สุดในประวัติศาสตร์ของ FAO/WHO JECFA ค่าปัจจุบันที่ 1.6 µg/kg body weight/week[11] ถูกกำหนดขึ้นโดยอิงผลการศึกษาพัฒนาการของระบบประสาทในเด็กที่แม่บริโภคปลาในระดับสูงในช่วงตั้งครรภ์ ซึ่งเป็นกลุ่มที่มีความไวต่อพิษสูงสุด ตัวเลขนี้หมายความว่าสำหรับผู้บริโภคที่มีน้ำหนักตัว 60 กิโลกรัม ปริมาณสูงสุดที่รับได้ต่อสัปดาห์ตลอดชีวิตคือ 96 µg โดยไม่ก่อให้เกิดผลเสียต่อสุขภาพที่ตรวจพบได้ วิธีการนำ TWI ไปใช้ในทางปฏิบัติทำโดยคำนวณว่าผู้บริโภคคนหนึ่งจะได้รับเมทิลเมอร์คิวรีเท่าไรต่อสัปดาห์จากการกินปลา โดยนำระดับปรอทในเนื้อปลา (µg/kg wet weight) คูณกับปริมาณที่กิน แล้วหารด้วยน้ำหนักตัว จากนั้นเปรียบเทียบกับ TWI เพื่อประเมินว่าอยู่ในระดับที่ปลอดภัยหรือไม่ สิ่งที่ทำให้แนวทางนี้มีประโยชน์ในทางคลินิกคือสามารถแปลงผลห้องปฏิบัติการให้กลายเป็นคำแนะนำรูปธรรมได้ทันที เช่น "ปลาชนิดนี้บริโภคได้ไม่เกินกี่กรัมต่อสัปดาห์" ซึ่งตรงกับสิ่งที่ผู้ป่วยต้องการรู้จริงๆ มากกว่าตัวเลขทางเคมี[10,11,12] ข้อควรระวังในการแปลผลคือค่า TWI เป็นค่าสำหรับประชากรทั่วไป ไม่ได้ออกแบบมาสำหรับกลุ่มเปราะบางโดยเฉพาะ หญิงตั้งครรภ์ควรพิจารณาค่า reference ที่เข้มงวดกว่า เนื่องจากทารกในครรภ์ได้รับสัดส่วนที่สูงกว่ามารดา และผู้บริโภคที่มีน้ำหนักตัวน้อยกว่า 60 กิโลกรัม ซึ่งเป็นกรณีที่พบบ่อยในประชากรไทย จะมีปริมาณการบริโภคสูงสุดที่ปลอดภัยต่ำกว่าค่าที่คำนวณจากน้ำหนักอ้างอิงตามสัดส่วน[11,15]

เทคนิค Inductively Coupled Plasma – Mass Spectrometry (ICP - MS) เป็นวิธีการวิเคราะห์เชิงปริมาณที่ได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวางในงานวิจัยด้านความปลอดภัยอาหาร พิษวิทยาสิ่งแวดล้อม และการตรวจวัดโลหะหนักในระดับ trace ถึง ultra-trace เทคนิคนี้มี

คุณสมบัติที่ดีหลายประการ ได้แก่ ความไวสูงมากที่สามารถตรวจวัดได้ในระดับ µg/kg หรือแม้แต่ ng/kg ความแม่นยำและความเที่ยงตรงสูง ความสามารถในการวิเคราะห์หลายธาตุพร้อมกัน และช่วงการวิเคราะห์ที่กว้าง นอกจากนี้ยังรองรับมาตรฐานสากล เช่น AOAC, ISO และวิธีอ้างอิงของ WHO และ EFSA[16,17,18]

วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อตรวจวัดระดับปรอทรวม (Total Mercury) ในผลิตภัณฑ์ปลาแซลมอนที่จำหน่ายในกรุงเทพมหานคร และประเมินว่าอยู่ในเกณฑ์ความปลอดภัยมาตรฐาน Codex Alimentarius หรือไม่

2. เพื่อเปรียบเทียบระดับปรอทในปลาแซลมอนตามประเทศต้นทาง (Norway, Chile, USA และ New Zealand) และตามลักษณะการผลิต (farmed salmon และ wild-caught salmon)

3. เพื่อประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพของผู้บริโภคโดยคำนวณปริมาณการบริโภคสูงสุดต่อสัปดาห์ที่ไม่เกินค่า Tolerable Weekly Intake (TWI) ของเมทิลเมอร์คิวรีตามเกณฑ์ FAO/WHO JECFA

4. เพื่อใช้ข้อมูลที่ได้เป็นฐานสำหรับการกำหนดแนวทางบริโภคปลาแซลมอนอย่างปลอดภัยสำหรับประชากรไทย โดยเฉพาะกลุ่มเปราะบาง

วิธีการศึกษา

การศึกษานี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจระดับปรอททั้งหมด (Total Mercury) ในผลิตภัณฑ์ปลาแซลมอนที่จำหน่ายในกรุงเทพมหานคร โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บตัวอย่างและวิเคราะห์ด้วยวิธีมาตรฐานสากล เพื่อนำผลที่ได้มาประเมินความปลอดภัยสำหรับผู้บริโภค

รูปแบบการวิจัย

การศึกษานี้เป็นการวิจัยเชิงสำรวจแบบภาคตัดขวาง (Survey research by Cross-sectional study) มุ่งเน้นการรายงานระดับปรอทในผลิตภัณฑ์ปลาแซลมอนที่จัดจำหน่ายในกรุงเทพมหานคร เพื่อใช้เป็นข้อมูลอ้างอิงสำหรับผู้บริโภค ผู้ประกอบการนำเข้า ผู้จัดจำหน่าย และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการกำกับดูแลความปลอดภัยด้านอาหาร ทั้งนี้เนื่องจากเมทิลเมอร์คิวรี (Methylmercury) ซึ่งเป็นรูปแบบของปรอทที่มีความเป็นพิษสูงและพบได้ในสิ่งมีชีวิตทางทะเล มีคุณสมบัติสะสมในห่วงโซ่อาหาร (bioaccumulation) และส่งผลกระทบต่อระบบประสาทส่วนกลาง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกลุ่มประชากรที่มีความเปราะบางทางสรีรวิทยา ได้แก่ หญิงตั้งครรภ์ ทารกในครรภ์ และเด็กเล็ก

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร ได้แก่ ผลิตภัณฑ์ปลาแซลมอนทุกประเภทที่จัดจำหน่ายในกรุงเทพมหานคร ทั้งในรูปแบบสดและแช่แข็ง จากแหล่งจำหน่ายหลากหลายช่องทางกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ผลิตภัณฑ์ปลาแซลมอนจำนวน 15 ตัวอย่าง ซึ่งผู้วิจัยคัดเลือกโดยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive sampling) ตามขอบเขตและเกณฑ์คุณสมบัติที่กำหนดไว้ล่วงหน้า ครอบคลุมผลิตภัณฑ์นำเข้าจาก 4 ประเทศ ได้แก่ ประเทศนอร์เวย์ 8 ตัวอย่าง ประเทศชิลี 3 ตัวอย่าง สหรัฐอเมริกา (Alaska) 3 ตัวอย่าง และประเทศนิวซีแลนด์ 1 ตัวอย่าง

ผู้วิจัยดำเนินการจัดซื้อและรวบรวมตัวอย่างด้วยตนเองจากซูเปอร์มาร์เก็ต ร้านค้าปลีก และช่องทางการจำหน่ายออนไลน์ในเขตกรุงเทพมหานคร โดยกำหนดเกณฑ์การคัดเลือกไว้ดังนี้ ประการแรก ตัวอย่างต้องระบุประเทศต้นทางอย่างชัดเจนบนฉลากผลิตภัณฑ์ ประการที่สอง ต้องเป็นผลิตภัณฑ์ในรูปแบบสดหรือแช่แข็ง และประการที่สาม ต้องมีน้ำหนักเพียงพอสำหรับการแบ่งส่วนทดสอบ (test portion) ขนาด 100 กรัม ตามข้อกำหนดของห้องปฏิบัติการ น้ำหนักของตัวอย่างที่จัดซื้อในการศึกษานี้มีความแตกต่างกัน

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยส่งตัวอย่างผลิตภัณฑ์ปลาแซลมอนทั้ง 15 รายการเข้ารับการวิเคราะห์ระดับปรอททั้งหมด (Total Mercury) ด้วยเทคนิค Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry (ICP-MS) ณ ห้องปฏิบัติการ Central Thai Lab ซึ่งผ่านการรับรองมาตรฐานการวิเคราะห์อาหารในระดับสากล เทคนิค ICP-MS ถือเป็นวิธีอ้างอิงมาตรฐานสำหรับการตรวจวิเคราะห์โลหะหนักในตัวอย่างอาหาร เนื่องจากมีความไวสูง มีขีดจำกัดการตรวจวัด (Limit of Detection; LOD) ในระดับนาโนกรัมต่อกรัม และให้ความแม่นยำสูงในการวัดเชิงปริมาณ

ขั้นตอนในการเก็บรวบรวมข้อมูล

ทบทวนวรรณกรรม แนวคิด และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการปนเปื้อนปรอทในปลาและผลิตภัณฑ์อาหารทะเล รวมถึงกรอบแนวทางการประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพของมนุษย์ เพื่อใช้เป็นพื้นฐานในการออกแบบการศึกษาและการวิเคราะห์ข้อมูล

คัดเลือกผลิตภัณฑ์ปลาแซลมอนที่จัดจำหน่ายในกรุงเทพมหานครโดยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive sampling) รวม 15 ตัวอย่าง จาก 4 ประเทศต้นทาง ได้แก่ ประเทศนอร์เวย์ 8 ตัวอย่าง ประเทศชิลี 3 ตัวอย่าง สหรัฐอเมริกา (Alaska) 3 ตัวอย่าง และประเทศนิวซีแลนด์ 1 ตัวอย่าง

จัดซื้อและรวบรวมตัวอย่างจากซูเปอร์มาร์เก็ต ร้านค้าปลีก และช่องทางออนไลน์ในกรุงเทพมหานคร โดยตัวอย่างแต่ละรายการมีน้ำหนักแตกต่างกันตั้งแต่ 120 ถึง 590 กรัม ทั้งนี้ในขั้นตอนการวิเคราะห์ห้องปฏิบัติการจะใช้ส่วนทดสอบ (test portion) ขนาด 100 กรัม ซึ่งเป็นปริมาณที่กำหนดตามระเบียบวิธีวิเคราะห์มาตรฐาน ICP-MS และเพียงพอต่อการตรวจวัดระดับปรอทอย่างแม่นยำ

บันทึกข้อมูลคุณลักษณะของตัวอย่าง ได้แก่ ประเทศต้นทาง ลักษณะการผลิต (farmed/wild) รูปแบบผลิตภัณฑ์ (สดหรือแช่แข็ง) แหล่งจัดจำหน่าย และน้ำหนักตัวอย่างทั้งหมด ลงในแบบบันทึกข้อมูลที่ออกแบบไว้สำหรับการศึกษา

ส่งตัวอย่างทั้งหมดเข้ารับการตรวจวิเคราะห์ระดับปรอททั้งหมด (Total Mercury) ด้วยเทคนิค ICP-MS ณ ห้องปฏิบัติการ Central Thai Lab

รวบรวมผลการตรวจวิเคราะห์จากห้องปฏิบัติการ และบันทึกค่าความเข้มข้นของปรอทในแต่ละตัวอย่างลงในฐานข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์เชิงสถิติ

นำผลการตรวจวิเคราะห์มาคำนวณปริมาณการบริโภคปลาแซลมอนสูงสุดต่อสัปดาห์ที่ไม่เกินค่า Tolerable Weekly Intake (TWI) ของเมทิลเมอร์คิวรี โดยใช้ค่า TWI ที่กำหนดโดย FAO/WHO Joint Expert Committee on Food Additives (JECFA) ซึ่งอยู่ที่ 1.6 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักตัวต่อสัปดาห์ และกำหนดน้ำหนักตัวอ้างอิงของผู้บริโภคไว้ที่ 60 กิโลกรัม

สูตรที่ใช้ในการคำนวณมีดังนี้

Maximum consumption (kg/week) = (TWI × Body weight) ÷ Mercury concentration โดยที่ TWI = 1.6 μg/kg body weight/week, Body weight = 60 kg และ Mercury concentration = ค่าปรอทในปลาแซลมอน (μg/kg) ในกรณีที่ค่าปรอทที่ตรวจวัดได้ต่ำกว่าขีดจำกัดการตรวจวัด (LOD) ของห้องปฏิบัติการ ผู้วิจัยจะแทนค่าด้วย LOD เพื่อป้องกันการประเมินความเสี่ยงต่ำเกินจริง ตามหลักการประเมินความเสี่ยงที่ยึดหลักการป้องกัน (precautionary principle)

สรุปและนำเสนอผลการศึกษาในรูปแบบตารางและคำอธิบายเชิงวิชาการและการนำเสนอผลการวิจัย ผู้วิจัยนำเสนอผลการศึกษาในรูปแบบสถิติเชิงพรรณนา (Descriptive statistics) โดยรายงานค่าความเข้มข้นของปรอทในรูปแบบตารางและคำอธิบายประกอบ การนำเสนอผลครอบคลุมการเปรียบเทียบระดับปรอทตามตัวแปรหลัก 3 มิติ ได้แก่ ประเทศต้นทาง (นอร์เวย์ ชิลี

สหรัฐอเมริกา และนิวซีแลนด์) ลักษณะการผลิต (farmed และ wild) และรูปแบบผลิตภัณฑ์ (สดและแช่แข็ง) นอกจากนี้ ยังนำเสนอผลการประเมินความเสี่ยงโดยอ้างอิงค่า TWI เพื่อให้ผู้อ่านสามารถตีความปริมาณการบริโภคที่ปลอดภัยสำหรับประชากรกลุ่มต่าง ๆ ได้อย่างเป็นรูปธรรม

จริยธรรมการวิจัย

การศึกษาครั้งนี้ได้ผ่านการพิจารณาจากสำนักงานคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ (DPUHREC) ตามเลขที่ โครงการ DPUHREC 0502/2568 เมื่อวันที่ 5 กุมภาพันธ์ 2569

ผลการศึกษา

การศึกษานี้ตรวจวัดระดับปรอทรวม (Total Mercury) ในตัวอย่างปลาแซลมอนจำนวน 15 ตัวอย่างที่จำหน่ายในกรุงเทพมหานคร โดยเก็บตัวอย่างจากซูเปอร์มาร์เก็ต ร้านค้าปลีก และช่องทางออนไลน์ ครอบคลุมผลิตภัณฑ์นำเข้าจาก 4 ประเทศ ได้แก่ Norway Chile USA (Alaska) และ New Zealand ในรูปแบบ farmed salmon และ wild-caught salmon ตัวอย่างทั้งหมดวิเคราะห์ด้วยเทคนิค Inductively Coupled Plasma–Mass Spectrometry (ICP-MS) ณ ห้องปฏิบัติการ Central Thai Laboratory ซึ่งผ่านการรับรองมาตรฐานสากล

ระดับปรอทรวมในตัวอย่างปลาแซลมอน 15 ตัวอย่าง ผลการวิเคราะห์แสดงในตารางที่ 1 พบว่า 10 ใน 15 ตัวอย่าง (ร้อยละ 66.7) มีค่าปรอทต่ำกว่าขีดจำกัดการตรวจวัด (Limit of Detection; LOD = 0.016 mg/kg) ส่วนอีก 5 ตัวอย่างที่ตรวจพบปรอทมีค่าอยู่ในช่วง 0.021–0.038 mg/kg ซึ่งทั้งหมดต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน Codex Alimentarius ที่กำหนดไว้ที่ 0.5 mg/kg อย่างมาก คิดเป็นระดับสูงสุดที่ตรวจพบเพียงร้อยละ 7.6 ของเกณฑ์ดังกล่าว[19]

ตารางที่ 1 ผลการตรวจวิเคราะห์ระดับปรอทรวม (Total Mercury) ในตัวอย่างปลาแซลมอนที่จำหน่ายในกรุงเทพมหานคร จำนวน 15 ตัวอย่าง

รหัสตัวอย่าง	รหัสห้องปฏิบัติการ	รหัสห้องปฏิบัติการ	ประเทศต้นทาง	รูปแบบผลิตภัณฑ์	ปรอทรวม (mg/kg)	หมายเหตุ
S001	BK69/09940-01	Farmed	Chile	Frozen	<0.016	<LOD
S002	BK69/09940-02	Farmed	Norway	Fresh	<0.016	<LOD
S003	BK69/09940-03	Farmed	Norway	Frozen	0.021	
S004	BK69/09940-04	Wild-caught	USA	Frozen	0.021	
S005	BK69/09940-05	Farmed	New Zealand	Fresh	0.038	สูงสุด
S006	BK69/09940-06	Farmed	Norway	Fresh	<0.016	<LOD
S007	BK69/09940-07	Farmed	Norway	Fresh	<0.016	<LOD
S008	BK69/09940-08	Farmed	Norway	Fresh	<0.016	<LOD
S009	BK69/09940-09	Farmed	Norway	Frozen	<0.016	<LOD
S010	BK69/09940-10	Farmed	Norway	Frozen	<0.016	<LOD
S011	BK69/09940-11	Farmed	Chile	Frozen	<0.016	<LOD
S012	BK69/09940-12	Farmed	Chile	Frozen	<0.016	<LOD
S013	BK69/09940-13	Wild-caught	USA	Frozen	0.022	
S014	BK69/09940-14	Farmed	Norway	Frozen	0.028	
S015	BK69/09940-15	Wild-caught	USA	Frozen	0.030	

หมายเหตุ: <LOD = ต่ำกว่าขีดจำกัดการตรวจวัด (LOD = 0.016 mg/kg)

ในบรรดาตัวอย่างที่ตรวจพบปรอท พบรูปแบบที่น่าสนใจในเชิงคลินิก กล่าวคือ wild-caught salmon ทั้ง 3 ตัวอย่าง (S004, S013, S015) ล้วนตรวจพบปรอทในระดับที่วัดได้ ขณะที่ farmed salmon มีเพียง 2 ตัวอย่างจาก 12 ตัวอย่าง (S003 และ S014) ที่ตรวจพบในระดับดังกล่าว รูปแบบนี้สอดคล้องกับกลไก bioaccumulation ซึ่งปลาที่หากินตามธรรมชาติสะสมเมทิลเมอร์คิวรีผ่านห่วงโซ่อาหารโดยตรงและไม่มีการควบคุม ที่น่าสังเกตคือตัวอย่าง S005 ซึ่งเป็น farmed salmon จาก New Zealand มีระดับปรอทสูงที่สุดในกลุ่มตัวอย่างที่ 0.038 mg/kg ผลนี้ชี้ให้เห็นว่า แม้แหล่งที่มาและลักษณะการผลิตจะเป็นปัจจัยสำคัญ แต่สภาพแวดล้อมทางทะเลเฉพาะพื้นที่และคุณภาพอาหารเลี้ยงปลาก็มีบทบาทร่วมด้วย ซึ่งอธิบายได้ว่าเหตุใด farmed salmon บางตัวอย่างจึงมีระดับปรอทสูงกว่าที่คาดไว้ในเชิงทฤษฎี เนื่องจากงานวิจัยนี้ตรวจวัดในรูปของปรอทรวม (Total Mercury) ไม่ใช่เมทิลเมอร์คิวรีโดยตรง จึงอาศัยหลักฐานที่ยืนยันว่าปรอทในกล้ามเนื้อปลามากกว่าร้อยละ 80–95 อยู่ในรูปของเมทิลเมอร์คิวรี ทำให้การใช้ค่าปรอทรวมเป็นตัวแทนในการประเมินความเสี่ยงเป็นแนวทางที่อนุรักษ์นิยมและยอมรับได้ในระดับสากล[20]

การประเมินความเสี่ยงโดยอ้างอิงค่า Tolerable Weekly Intake (TWI) เพื่อแปลงผลการตรวจวิเคราะห์ให้มีความหมายในเชิงคลินิก ผู้วิจัยคำนวณปริมาณการบริโภคปลาแซลมอนสูงสุดต่อสัปดาห์ที่ไม่ทำให้ผู้บริโภคได้รับเมทิลเมอร์คิวรีเกินค่า Tolerable Weekly Intake (TWI) โดยอ้างอิงเกณฑ์ของ FAO/WHO JECFA ซึ่งกำหนดค่า TWI ไว้ที่ 1.6 µg/kg body weight/week[11] กำหนดน้ำหนักตัวอ้างอิง 60 กิโลกรัม คิดเป็นปริมาณเมทิลเมอร์คิวรีสูงสุดที่ยอมรับได้ 96 µg/สัปดาห์โดยใช้สูตร ปริมาณบริโภคสูงสุด (kg/สัปดาห์) = TWI × น้ำหนักตัว ÷ ความเข้มข้นปรอท สำหรับตัวอย่างที่ค่าปรอทต่ำกว่า LOD ใช้ค่า LOD = 16 µg/kg แทนในการคำนวณ ซึ่งเป็นการประมาณเชิงอนุรักษ์นิยมเพื่อหลีกเลี่ยงการประเมินความเสี่ยงต่ำกว่าความเป็นจริง ผลการคำนวณแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ปริมาณการบริโภคปลาแซลมอนสูงสุดต่อสัปดาห์ที่ไม่เกินค่า TWI ของเมทิลเมอร์คิวรี (TWI = 1.6 µg/kg BW/week, BW = 60 kg)

รหัสตัวอย่าง	ประเทศต้นทาง	ลักษณะการผลิต	ปรอทที่ตรวจพบ (mg/kg)	ค่าที่ใช้คำนวณ (µg/kg)	ปริมาณบริโภคสูงสุด (kg/สัปดาห์)
S001	Chile	Farmed	<0.016	16	6.00
S002	Norway	Farmed	<0.016	16	6.00
S003	Norway	Farmed	0.021	21	4.57
S004	USA	Wild-caught	0.021	21	4.57
S005	New Zealand	Farmed	0.038	38	2.53
S006	Norway	Farmed	<0.016	16	6.00
S007	Norway	Farmed	<0.016	16	6.00
S008	Norway	Farmed	<0.016	16	6.00
S009	Norway	Farmed	<0.016	16	6.00
S010	Norway	Farmed	<0.016	16	6.00
S011	Chile	Farmed	<0.016	16	6.00
S012	Chile	Farmed	<0.016	16	6.00
S013	USA	Wild-caught	0.022	22	4.36

ตารางที่ 2 ปริมาณการบริโภคปลาแซลมอนสูงสุดต่อสัปดาห์ที่ไม่เกินค่า TWI ของเมทิลเมอร์คิวรี (TWI = 1.6 µg/kg BW/week, BW = 60 kg)

รหัสตัวอย่าง	ประเทศต้นทาง	ลักษณะการผลิต	ปรอทที่ตรวจพบ (mg/kg)	ค่าที่ใช้คำนวณ (µg/kg)	ปริมาณบริโภคสูงสุด (kg/สัปดาห์)
S014	Norway	Farmed	0.028	28	3.43
S015	USA	Wild-caught	0.030	30	3.20

หมายเหตุ: ค่า TWI อ้างอิง FAO/WHO JECFA ; ตัวอย่าง <LOD ใช้ค่า 16 µg/kg ในการคำนวณ

การตีความผลในเชิงคลินิกและเวชศาสตร์ชะลอวัย ผลการคำนวณในตารางที่ 2 พบว่าปริมาณการบริโภคสูงสุดที่ปลอดภัยอยู่ในช่วง 2.53–6.00 kg/สัปดาห์ ค่าต่ำสุดที่ 2.53 kg/สัปดาห์ พบในตัวอย่าง S005 ซึ่งมีระดับปรอทสูงสุด ตัวเลขดังกล่าวสูงกว่าปริมาณที่คนทั่วไปบริโภคในชีวิตจริงอย่างมาก อย่างไรก็ตาม สิ่งที่น่าพิจารณาในเชิงเวชศาสตร์ชะลอวัยไม่ใช่เพียงว่าระดับปรอทอยู่ในเกณฑ์ปลอดภัยหรือไม่ แต่ต้องคำนึงถึงผลสะสมระยะยาวจากการได้รับเมทิลเมอร์คิวรีในปริมาณต่ำแต่ต่อเนื่อง ซึ่งมีหลักฐานบ่งชี้ว่าสามารถกระตุ้น oxidative stress ระดับเซลล์ รบกวน mitochondrial function และส่งเสริม neuroinflammation ผ่านการกระตุ้น microglia ได้ กลไกเหล่านี้เป็นส่วนหนึ่งของ inflammaging ซึ่งเป็นกระบวนการที่เวชศาสตร์ชะลอวัยพยายามยับยั้ง[10,21] กลุ่มที่ต้องพิจารณาเป็นพิเศษคือหญิงตั้งครรภ์และเด็กเล็ก เนื่องจากเมทิลเมอร์คิวรีผ่าน placental barrier ได้ และส่งผลกระทบต่อพัฒนาการสมองของทารกแม้ในระดับที่ไม่ก่อให้เกิดอาการในมารดา[10,11,12] นอกจากนี้ผู้บริโภคที่มีน้ำหนักตัวน้อยกว่า 60 กิโลกรัมจะมีปริมาณการบริโภคสูงสุดที่ปลอดภัยต่ำกว่าค่าที่คำนวณในตารางที่ 2 ตามสัดส่วน ซึ่งเป็นประเด็นที่เกี่ยวข้องกับบริบทของประชากรไทยที่มีน้ำหนักตัวเฉลี่ยต่ำกว่ากลุ่มตัวอย่างในงานวิจัยตะวันตก

ผลการศึกษาโดยสรุปชี้ให้เห็นว่าปลาแซลมอนที่จำหน่ายในกรุงเทพมหานคร ณ ช่วงเวลาที่เก็บตัวอย่าง มีระดับปรอทต่ำและอยู่ในเกณฑ์ปลอดภัยตามมาตรฐานสากล ภายใต้รูปแบบการบริโภคปกติในชีวิตประจำวันความเสี่ยงจากการได้รับเมทิลเมอร์คิวรีเกินค่า TWI อยู่ในระดับต่ำมาก อย่างไรก็ตาม ด้วยแนวโน้มการบริโภคแซลมอนที่เพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องในกลุ่มประชากรเมือง การเฝ้าระวังและตรวจสอบระดับสารปนเปื้อนในอาหารทะเลอย่างสม่ำเสมอจึงยังคงมีความสำคัญ โดยเฉพาะในกลุ่มที่มีความเปราะบางสูง[1,15,19,22]

สรุปอภิปรายผล

ระดับปรอทและความปลอดภัยตามมาตรฐานสากล

ผลการตรวจวิเคราะห์พบว่า 10 ใน 15 ตัวอย่าง (ร้อยละ 66.7) มีค่าปรอทต่ำกว่า LOD (0.016 mg/kg) ส่วนอีก 5 ตัวอย่างที่ตรวจพบมีค่าอยู่ในช่วง 0.021–0.038 mg/kg ไม่มีตัวอย่างใดเกินเกณฑ์มาตรฐาน Codex Alimentarius ที่กำหนดไว้ที่ 0.5 mg/kg โดยค่าสูงสุดที่ตรวจพบคิดเป็นเพียงร้อยละ 7.6 ของเกณฑ์ดังกล่าว ผลนี้สอดคล้องกับงานวิจัยในระดับนานาชาติที่รายงานว่าแซลมอนโดยทั่วไปมีระดับปรอทต่ำกว่าปลานักล่าขนาดใหญ่อย่างมีนัยสำคัญ[20]

อย่างไรก็ตาม การที่ค่าตรวจพบอยู่ในเกณฑ์ปลอดภัยไม่ได้หมายความว่าประเด็นนี้ไม่มีนัยสำคัญทางคลินิก เนื่องจากเกณฑ์ Codex ถูกกำหนดขึ้นสำหรับประชากรทั่วไปและการบริโภคในปริมาณเฉลี่ย แต่ในกลุ่มที่บริโภคแซลมอนบ่อยและในปริมาณมาก รวมถึงในบริบทของประชากรไทยที่มีน้ำหนักตัวเฉลี่ยต่ำกว่ากลุ่มตัวอย่างในงานวิจัยตะวันตก การสะสมของเมทิลเมอร์คิวรีในระยะยาวยังคงเป็นประเด็นที่ต้องติดตาม

รูปแบบของการปนเปื้อนตามประเทศต้นทางและลักษณะการผลิต

รูปแบบที่เห็นได้ชัดจากผลการศึกษาคือ wild-caught salmon ทั้ง 3 ตัวอย่างล้วนตรวจพบปรอทในระดับที่วัดได้ (0.021–0.030 mg/kg) ขณะที่ farmed salmon 12 ตัวอย่างมีเพียง 2 ตัวอย่างที่ตรวจพบ รูปแบบนี้สอดคล้องกับกลไก bioaccumulation ที่ wild salmon รับเมทิลเมอร์คิวรีผ่านห่วงโซ่อาหารโดยตรงโดยไม่มีการกรอง ในขณะที่ farmed salmon ได้รับจากอาหารเลี้ยงปลาที่ควบคุมคุณภาพแล้ว ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Jensen และคณะ และ Burger และ Gochfeld[23]

กรณีที่น่าสนใจคือ S005 ซึ่งเป็น farmed salmon จาก New Zealand มีระดับปรอทสูงสุดในกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดที่ 0.038 mg/kg สูงกว่า wild salmon บางตัวอย่างด้วยซ้ำ ผลนี้ชี้ให้เห็นว่าแหล่งที่มาและลักษณะการผลิตเพียงอย่างเดียวไม่สามารถทำนายระดับปรอทได้อย่างแม่นยำ สภาพแวดล้อมทางทะเลเฉพาะพื้นที่ ระดับมลพิษในน้ำ และคุณภาพของอาหารเลี้ยงปลาล้วนมีผลร่วมกัน นอกจากนี้ปลาแซลมอนแช่แข็งยังมีแนวโน้มพบระดับปรอทสูงกว่าแบบสดเล็กน้อย ซึ่งน่าจะเกิดจากการเปลี่ยนแปลงสัดส่วนน้ำในเนื้อปลาระหว่างกระบวนการแช่แข็ง ทำให้ค่าในหน่วย wet weight เพิ่มขึ้นเล็กน้อย

การประเมินความเสี่ยงและนัยเชิงคลินิก

ปริมาณการบริโภคสูงสุดที่ปลอดภัยซึ่งคำนวณได้อยู่ในช่วง 2.53–6.00 kg/สัปดาห์ สูงกว่าปริมาณที่คนทั่วไปบริโภคในชีวิตจริงอย่างมาก จึงสะท้อนได้ว่าภายใต้รูปแบบการบริโภคปกติ ความเสี่ยงจากการได้รับ MeHg เกินค่า TWI อยู่ในระดับต่ำ ผลนี้สอดคล้องกับข้อสรุปของ Burger และ Gochfeld และ EFSA ที่รายงานว่าการบริโภคแซลมอนในปริมาณปกติไม่ก่อให้เกิดความเสี่ยงต่อสุขภาพในผู้บริโภคทั่วไป[20,23]

อย่างไรก็ตาม ในมุมมองของเวชศาสตร์ชะลอวัย ประเด็นที่น่ากังวลกว่าไม่ใช่ความเสี่ยงเฉียบพลัน แต่คือผลสะสมระยะยาวจากการได้รับเมทิลเมอร์คิวรีในปริมาณต่ำอย่างต่อเนื่อง ซึ่งมีหลักฐานชี้ว่าสามารถกระตุ้น chronic oxidative stress ในระดับเซลล์ รบกวน mitochondrial electron transport chain และส่งเสริม neuroinflammation ผ่านการกระตุ้น microglia กลไกเหล่านี้เป็นส่วนหนึ่งของการอักเสบเรื้อรัง ซึ่งเป็นพื้นฐานของการเสื่อมของเซลล์และโรคไม่ติดต่อเรื้อรังในระยะยาว ในบริบทนี้ การบริโภคปลาแซลมอนจึงเป็นตัวอย่างที่ดีของการต้องชั่งน้ำหนักระหว่างประโยชน์จากโอเมก้า-3 และความเสี่ยงสะสมจากสารปนเปื้อน[10,21]

สำหรับกลุ่มที่ต้องระวังเป็นพิเศษได้แก่หญิงตั้งครรภ์ เนื่องจากเมทิลเมอร์คิวรีผ่าน placental barrier ได้ และก่อความผิดปกติของพัฒนาการสมองในทารกแม้มารดาจะได้รับในระดับที่ไม่แสดงอาการ รวมถึงเด็กเล็กที่ระบบประสาทยังอยู่ในช่วงพัฒนาการ และผู้บริโภคที่มีน้ำหนักตัวน้อยกว่า 60 กิโลกรัม ซึ่งจะมีปริมาณการบริโภคสูงสุดที่ปลอดภัยต่ำกว่าค่าที่คำนวณในงานวิจัยนี้ตามสัดส่วน[9,10,11]

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะที่ได้จากการวิจัย

1. หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เช่น สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา (อย.) ควรกำหนดระบบเฝ้าระวังการปนเปื้อนโลหะหนักในอาหารทะเลนำเข้าอย่างสม่ำเสมอ โดยเฉพาะในช่วงที่ปริมาณนำเข้าเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง

2. สำหรับแพทย์ที่ให้คำปรึกษาด้านโภชนาการเชิงป้องกันและเวชศาสตร์ชะลอวัย ผลการศึกษานี้สนับสนุนว่าการบริโภคแซลมอนในระดับปกติมีความปลอดภัยสำหรับผู้บริโภคทั่วไป แต่ควรแนะนำให้หญิงตั้งครรภ์และเด็กเล็กหลีกเลี่ยง wild-caught salmon และจำกัดปริมาณการบริโภคโดยรวมเพื่อลดการสะสมสะสมในระยะยาว 3. ควรให้ความรู้แก่ผู้บริโภคเกี่ยวกับความแตกต่างระหว่าง farmed และ wild-caught

salmon ทั้งในแง่โภชนาการและความเสี่ยงจากสารปนเปื้อน เพื่อให้สามารถตัดสินใจเลือกบริโภคได้อย่างมีข้อมูลรองรับ

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. ขยายขนาดตัวอย่างให้มากขึ้นและครอบคลุมหลายช่วงเวลาเพื่อประเมินความแปรปรวนตามฤดูกาลและล็อตการผลิต รวมถึงเพิ่มความหลากหลายของแหล่งจำหน่ายและประเทศต้นทาง

2. ศึกษาระดับเมทิลเมอร์คิวรีโดยตรงควบคู่กับปรอทรวม เพื่อยืนยันสัดส่วนที่แท้จริงในแซลมอนที่จำหน่ายในไทย ซึ่งอาจแตกต่างจากค่าที่รายงานในงานวิจัยต่างประเทศ

3. ขยายการศึกษาไปยังอาหารทะเลชนิดอื่นที่ได้รับความนิยมในไทย เช่น ทูน่า ปลาดาบ และปลาแมคเคอเรล ซึ่งอยู่ในลำดับสูงกว่าในห่วงโซ่อาหารและมีแนวโน้มสะสมปรอทมากกว่า รวมทั้งศึกษาระดับสารปนเปื้อนอื่น เช่น PCBs และไดออกซิน ซึ่งเป็น Group 1 carcinogen ตาม IARC

4. ศึกษาระดับปรอทในเลือดหรือเส้นผมของกลุ่มประชากรที่บริโภคแซลมอนเป็นประจำในกรุงเทพมหานคร เพื่อประเมินการสะสมจริงในร่างกายและเชื่อมโยงกับ biomarkers ของ oxidative stress และ inflammation ในบริบทของเวชศาสตร์ชะลอวัย

เอกสารอ้างอิง

1. Norwegian Seafood Council.(2025). 2024 was the best year ever for Norwegian seafood exports [อินเทอร์เน็ต]. Oslo: Norwegian Seafood Council; 2025 [เข้าถึงเมื่อ 1 เมษายน 2569]. เข้าถึงได้จาก: https://en.seafood.no/news-and-media/news-archive/2024-was-the-best-year-ever-for-norwegian-seafood-exports/
2. Norwegian Seafood Council.(2024). Norwegian seafood exports to Southeast Asia [อินเทอร์เน็ต]. Oslo: Norwegian Seafood Council; 2024 [เข้าถึงเมื่อ 1 เมษายน 2569]. เข้าถึงได้จาก: https://en.seafood.no/countrypages/southeast-asia/
3. Thai PR.(2025). Seafood from Norway launches the "Salmon Saturday" campaign [อินเทอร์เน็ต]. กรุงเทพมหานคร: Thai PR; 2025 [เข้าถึงเมื่อ 1 เมษายน 2569]. เข้าถึงได้จาก: https://www.thaipr.net/en/life_en/3590184
4. Thai-Norwegian Chamber of Commerce (NorCham).(2024). Norwegian Seafood Council highlights adoption of technologies and delivery services in the seafood industry at THAIFEX-Anuga Asia 2024 [อินเทอร์เน็ต]. กรุงเทพมหานคร: NorCham; 2024 [เข้าถึงเมื่อ 1 เมษายน 2569]. เข้าถึงได้จาก: https://www.norcham.com/norwegian-seafood-council-highlights-adoption-of-technologies-and-delivery-services-in-the-seafood-industry-at-thaifex-anuga-asia-2024
5. Mozaffarian D, Rimm EB.(2006). Fish intake, contaminants, and human health: evaluating the risks and the benefits. JAMA. 2006;296(15):1885-99. doi:10.1001/jama.296.15.1885 เข้าถึงได้จาก: https://jamanetwork.com/journals/jama/fullarticle/203640
6. American Heart Association.(2024). Fish and omega-3 fatty acids [อินเทอร์เน็ต]. Dallas: American Heart Association; 2024 [เข้าถึงเมื่อ 1 เมษายน 2569]. เข้าถึงได้จาก: https://www.heart.org/en/healthy-living/healthy-eating/eat-smart/fats/fish-and-omega-3-fatty-acids
7. Rimm EB, Appel LJ, Chiuve SE, Manson JE, Kris-Etherton PM, Mozaffarian D, et al.(2018) Seafood long-chain n-3 polyunsaturated fatty acids and cardiovascular disease: a science advisory from the American Heart Association. Circulation. 2018;138(1):e35-47. doi:10.1161/CIR.0000000000000574 เข้าถึงได้จาก: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29773586/

8. National Institutes of Health, Office of Dietary Supplements.(2023). Omega-3 fatty acids: fact sheet for health professionals [อินเทอร์เน็ต]. Bethesda: NIH; 2023 [เข้าถึงเมื่อ 1 เมษายน 2569]. เข้าถึงได้จาก: https://ods.od.nih.gov/factsheets/Omega3FattyAcids-HealthProfessional/
9. Clarkson TW, Magos L, Myers GJ.(2003). The toxicology of mercury—current exposures and clinical manifestations. N Engl J Med. 2003;349(18):1731-7. doi:10.1056/NEJMra022471 เข้าถึงได้จาก: https://www.nejm.org/doi/full/10.1056/NEJMra022471
10. Mergler D, Anderson HA, Chan LHM, Mahaffey KR, Murray M, Sakamoto M, et al.(2007). Methylmercury exposure and health effects in humans: a worldwide concern. Ambio. 2007;36(1):3-11. doi:10.1579/0044-7447(2007)36[3:MEAHEI]2.0.CO;2 เข้าถึงได้จาก: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17408186/
11. World Health Organization.(2007). Evaluation of certain food additives and contaminants: sixty-seventh report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA). WHO Technical Report Series No. 940. Geneva: WHO; 2007. เข้าถึงได้จาก: https://apps.who.int/iris/handle/10665/43633
12. World Health Organization.(2007). Methylmercury: JECFA database [อินเทอร์เน็ต]. Geneva: WHO; 2007 [เข้าถึงเมื่อ 1 เมษายน 2569]. เข้าถึงได้จาก: https://www.who.int/tools/food-additives-contaminants-jecfa-database
13. Jensen IJ, Eilertsen K-E, Otnaes CHA, Maehre HK, Elvevoll EO.(2020). An update on the content of fatty acids,dioxins, PCBs and heavy metals in farmed, escaped and wild Atlantic salmon (Salmo salar L.) in Norway. Foods. 2020;9(12):1901. doi:10.3390/foods9121901 เข้าถึงได้จาก: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7766777/
14. International Agency for Research on Cancer (IARC).(2016). Polychlorinated biphenyls and polybrominated biphenyls. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans Vol. 107. Lyon: IARC; 2016. เข้าถึงได้จาก: https://publications.iarc.who.int/Book-And-Report-Series/Iarc-Monographs-On-The-Identification-Of-Carcinogenic-Hazards-To-Humans/Polychlorinated-Biphenyls-And-Polybrominated-Biphenyls-2015
15. Calder PC.(2010). Omega-3 fatty acids and inflammatory processes. Nutrients. 2010;2(3):355-74. doi:10.3390/nu2030355 เข้าถึงได้จาก: https://www.mdpi.com/2072-6643/2/3/355
16. U.S. Food and Drug Administration.(2022). Elemental Analysis Manual (EAM) for food and related products [อินเทอร์เน็ต]. Silver Spring: FDA; 2022 [เข้าถึงเมื่อ 1 เมษายน 2569]. เข้าถึงได้จาก: https://www.fda.gov/food/laboratory-methods-food/elemental-analysis-manual-eam-food-and-related-products
17. U.S. Food and Drug Administration.(2020). Elemental Analysis Manual Section 4.7: ICP-MS determination of elements in food. Silver Spring: FDA; 2020. เข้าถึงได้จาก: https://www.fda.gov/media/87509/download
18. AOAC International.(2015). AOAC Official Method 2015.01 heavy metals in food by inductively coupled plasma-mass spectrometry (ICP-MS). First Action 2015. Rockville: AOAC International; 2015. เข้าถึงได้จาก: https://www.aoac.org/
19. Codex Alimentarius Commission.(1995). General Standard for Contaminants and Toxins in Food and Feed (CXS 193-1995). Amended 2023. Rome: FAO/WHO; 1995. เข้าถึงได้จาก: https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/codex-texts/list-standards/en/
20. European Food Safety Authority (EFSA) Panel on Contaminants in the Food Chain (CONTAM).(2012). Scientific opinion on the risk for public health related to the presence of mercury and methylmercury in food. EFSA Journal. 2012;10(12):2985. doi:10.2903/j.efsa.2012.2985 เข้าถึงได้จาก: https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.2903/j.efsa.2012.2985

21. Hong YS, Kim YM, Lee KE.(2012). Methylmercury exposure and health effects. J Prev Med Public Health. 2012;45(6):353-63. doi:10.3961/jpmph.2012.45.6.353 เข้าถึงได้จาก: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC3514465/
22. U.S. Food and Drug Administration.(2024). Advice about eating fish [อินเทอร์เน็ต]. Silver Spring: FDA; 2024 [เข้าถึงเมื่อ 1 เมษายน 2569]. เข้าถึงได้จาก: https://www.fda.gov/food/consumers/advice-about-eating-fish
23. Burger J, Gochfeld M.(2006). Mercury in fish available in supermarkets in Illinois: are there regional differences. Sci Total Environ. 2006;367(2-3):1010-6. doi:10.1016/j.scitotenv.2006.01.005 เข้าถึงได้จาก: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16815532/