การประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพจากสารโครเมียมที่ปนเปื้อนในปลาสลิดตากแห้ง

Health Risk Assessment of Chromium from Dry Gourami Fish Consumption

วรางคณา วิเศษมณี ลี*, นิลาวรรณ งามขำ, อัญรินทร์ พิธาภักดิสถิตย์, กรรณิการ์ แจ้งวิจารณ์
คณะสาธารณสุขศาสตร์และสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ
*Email : varangkana_v@yahoo.com

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณโครเมียมในปลาสลิดตากแห้ง แล้วนำมาประเมินความเสี่ยงต่อ สุขภาพในการได้รับโครเมียมจากการบริโภคปลาสลิดตากแห้ง โดยทำการวิเคราะห์โครเมียมในปลาสลิดตากแห้งด้วยเครื่องอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ โดยการใช้เทคนิคกราไฟต์เฟอร์เนส ผลการศึกษา พบว่ามีปริมาณโครเมียมในปลาสลิดตากแห้งอยู่ในช่วง 0.10-0.35 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 98 (2529) นอกจากนี้เมื่อนำมาประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพจากการบริโภคปลาสลิดตากแห้ง พบว่าปริมาณการปนเปื้อนของโครเมียมในปลาสลิดยังไม่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพ

คำสำคัญ : โครเมียม ปลาสลิด การประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพ

Abstract

This research was conducted to study the chromium concentration in dry Gourami fish which were analyzed by graphite furnace atomic absorption spectrophotometer. The result has been used to assess the risk towards health condition after consuming that kind of fish. According to this study, chromium concentration in dry Gourami fish were found in the range of 0.10-0.35 mg/kg which were not exceeded to the standard of the Ministry of Public Health issue 98 (B.E. 2529). In addition, dry Gourami fish consumption which has chromium contamination did not affect to the health.

Keyword : chromium, dry Gourami fish, health risk assessment

บทนำ

การเลี้ยงปลาสลิด เป็นอีกกิจกรรมหนึ่งที่มีโอกาสปนเปื้อนโลหะหนักที่อยู่ในน้ำและตะกอนดิน เนื่องจากในสภาพปัจจุบันการเลี้ยงปลาสลิดโดยทั่วไปจะทำการเลี้ยงในบ่อดิน โดยการขุดบ่อ ลอกเลน และตกแต่งคันบ่อให้แข็งแรง กำจัดวัชพืช และสูบน้ำเข้ามาขังไว้ในบ่อประมาณ 10-20 เซนติเมตรจากก้นบ่อ ทิ้งไว้ประมาณ 7-10 วัน จะทำให้ตะไคร่น้ำเกิดขึ้นในบ่อ จากนั้นจึงปล่อยน้ำเข้าบ่อตามระดับที่ต้องการ นอกจากนี้ยังมีการใส่พันธุ์ไม้น้ำในบ่อปลา จำพวกผักบุ้ง แพงพวยและผักกระเฉด เพื่อเป็นอาหารของปลาสลิดและให้ร่มเงา จากสภาพดังกล่าว หากน้ำที่สูบเข้าบ่อมีการปนเปื้อน

มลพิษ เนื่องจากปัจจุบันโรงงานอุตสาหกรรมได้ขยายตัวอย่างรวดเร็วเข้ามาในพื้นที่เกษตรกรรม โดยเฉพาะอย่างยิ่งอุตสาหกรรมขนาดเล็กที่เกี่ยวข้องกับการชุบโลหะ เคลือบโลหะ รวมถึงพลาสติกเพื่อให้เกิดความมันเงา ป้องกันการกัดกร่อน อุตสาหกรรมฟอกหนัง การผลิตสีย้อมหรือเม็ดสี ในอุตสาหกรรมสิ่งทอ และย้อมผ้า ก่อให้เกิดมลพิษทางน้ำ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการปนเปื้อนของโครเมียมในแหล่งน้ำ ทั้งในรูปโครเมียมอิสระ และเกลือของโครเมียม (จิระฉัตร, 2555) ทั้งนี้เมื่อแหล่งน้ำมีการปนเปื้อนโครเมียม อาจทำให้ปลาสลิดมีโอกาสได้รับโลหะผ่านทางกระบวนการหายใจ โดยเมื่อปลาสลิดหายใจจะกลืนน้ำเข้าไปในปากให้น้ำไหลผ่านเหงือก นอกจากนี้โครเมียมยังสามารถสะสมผ่านทาง เยื่อหุ้มโพรงปาก และทางผิวหนัง และผ่านทางการกินอาหารขนาดเล็ก เช่น ตะไคร่น้ำผ่านซี่กรองเหงือก หรือผ่านทางปากที่มีฟันโดยตรง จากกระบวนการดังกล่าว เมื่อมีการนำปลาสลิดมาบริโภค โดยเฉพาะอย่างยิ่งปลาสลิดแปรรูปตากแห้ง ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่เป็นที่นิยมรับประทานกันอย่างกว้างขวาง ซึ่งอาจก่อให้เกิดความเสี่ยงต่อผู้บริโภคได้

ดังนั้นการวิจัยในครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาหาปริมาณของสารโครเมียม (Chromium) ในปลาสลิดตากแห้ง และประเมินความเสี่ยงการได้รับสารโครเมียม (Chromium) จากการบริโภคปลาสลิดตากแห้งดังกล่าว เพื่อเป็นข้อมูลให้กับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในการเฝ้าระวังอันตรายที่อาจเกิดกับผู้บริโภคต่อไป

ทบทวนวรรณกรรม

โครเมียม (Chromium) เป็นธาตุโลหะหนักที่พบได้ทั่วไปในน้ำ ดินหรือหินถูกนำมาใช้ประโยชน์มากในทางอุตสาหกรรม อาทิ การชุบโลหะ การผลิตสีย้อม และสีอุตสาหกรรมอื่นๆ ถือเป็นโลหะอันตรายชนิดหนึ่งที่มีความเป็นพิษต่อมนุษย์ สัตว์ และสิ่งแวดล้อม ซึ่งโครเมียมเป็นโลหะธาตุสีเทาเงิน อยู่ในกลุ่ม VI B ของตารางธาตุ สารประกอบของโครเมียมมีหลายกลุ่ม ได้แก่ กลุ่มประจุ 0, 2, 3 และ 6 โดย กลุ่มประจุ 0 ซึ่งก็คือ ธาตุโครเมียม (Cr) กลุ่มประจุ 2 (divalent chromium) เป็นโครเมียมที่มีประจุบวก 2 (Cr^{+2}) เป็นกลุ่มที่มีความเป็นพิษน้อย กลุ่มประจุ 3 (trivalent chromium) เป็นโครเมียมที่มีประจุบวก 3 (Cr^{+3}) เป็นโครเมียมที่สามารถพบในร่างกายมนุษย์ มีบทบาทสำคัญในการทำงานของฮอร์โมนอินสุลินที่ควบคุมระดับน้ำตาลในเลือด และกลุ่มประจุ 6 (hexavalent chromium) เป็นโครเมียมที่มีประจุบวก 6 (Cr^{+6}) เป็นโครเมียมที่ถูกใช้มากในอุตสาหกรรมต่างๆ ซึ่งก่อให้เกิดมลพิษทางน้ำ โดยโครเมียมที่พบในน้ำเสียและถูกปล่อยลงสู่แม่น้ำลำคลอง ส่วนมากจะอยู่ในรูป hexavalent chromium (Cr^{+6}) ทั้งในรูปโครเมียมอิสระ และเกลือของโครเมียม ทั้งนี้ภาวะความเป็นพิษของโครเมียมที่มีต่อร่างกายมนุษย์ ส่วนมากมักเกิดจากการได้รับพิษของ Hexavalent chromium (Cr^{+6}) ที่ปัจจุบันมีการใช้มากในอุตสาหกรรมจนถึงเป็นองค์ประกอบของผลิตภัณฑ์ต่างๆที่มนุษย์ใช้งาน ทำให้มีการปนเปื้อนสู่สิ่งแวดล้อม และมีโอกาสเข้าสู่ร่างกายมนุษย์มากที่สุด (Brigden ,Labunska, Santillo, 2553) โดยโครเมียมถูกดูดซึมเข้าสู่ร่างกาย ทางการหายใจและจากทางเดินอาหารและ Hexavalent chromium (Cr^{+6}) ถูกดูดซึมได้ดีกว่า Trivalent ในร่างกาย โครเมียมถูกกำจัดจากร่างกายทางปัสสาวะโดยมีค่าครึ่งชีวิตประมาณ 15-41 ชั่วโมง ซึ่งผลกระทบต่อสุขภาพที่สำคัญของโครเมียม คือ มีอาการอาเจียน ปวดท้องรุนแรง อาการท้องเสีย มีเลือดออกในกระเพาะอาหาร หากได้รับในปริมาณมากจะทำให้เสียชีวิตได้ (สุนิสา ชายเกลี้ย, 2557)

วิธีการวิจัย

การเก็บตัวอย่างปลาสลิดจะใช้ปลาสลิดตากแห้ง ที่จำหน่ายในร้านค้าและแผงลอยบริเวณตลาดขายปลีกและส่งแหล่งใหญ่ในจังหวัดสมุทรปราการ โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างปลาสลิดออกเป็น 3 ขนาด คือขนาดเล็ก ขนาดกลาง และขนาดใหญ่ โดยปลาสลิดตากแห้งขนาดเล็ก ขนาดกลาง และขนาดใหญ่ คือปลาสลิดที่มีน้ำหนักประมาณ 60 80 และ 100 กรัม ตามลำดับ จากนั้นนำปลาสลิดตากแห้งทั้งหมดมาทุบให้เป็นชิ้นเล็ก ๆ ก่อนนำไปเข้าตู้อบที่อุณหภูมิ 103 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 วัน จากนั้นนำมาบดให้เป็นผงละเอียด นำตัวอย่างปลาสลิดที่บดเป็นผงประมาณ 1 กรัม มาย่อยด้วยสารละลายกรดไนตริก และกรดซัลฟิวริกเข้มข้นปริมาณอย่างละ 15 มิลลิลิตร จากนั้นนำมาย่อยบน hot plate อุณหภูมิประมาณ 70-80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาทีหรือจนกว่าตัวอย่างจะใสไม่มีตะกอน แล้วนำไปตั้งให้เย็นแล้วกรองตัวอย่างที่ย่อยแล้วด้วยกระดาษกรองเบอร์42 แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำ ปราศจากไอออน ปริมาตร 50 มิลลิลิตร (APHA, AWWA and WPCF,1975)

ตัวอย่างปลาสลิดทั้งหมดจะทำการวิเคราะห์ปริมาณโครเมียมด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer โดยเทคนิค Graphite Furnace Atomic Absorption รุ่น iCE 3000 Series AA Thermo Fisher Scientific ทั้งนี้ความเข้มข้นของโครเมียมในปลาสลิด อธิบายโดยค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน รวมทั้งการเปรียบเทียบความแตกต่างของความเข้มข้นของโครเมียมในแต่ละขนาด วิเคราะห์โดยใช้ สถิติ Kruskal-Wallis Test นอกจากนี้ การประเมินความเสี่ยงจากการบริโภคปลาสลิด หากได้รับเข้าสู่ร่างกายเป็นเวลานาน แสดงดังสมการที่ 1 (พงษ์เทพ วิวรรธนะเดช, 2547)

$$\text{Daily Intake (mg/kg-day)} = C_f \times (IR/BW) \quad \text{สมการที่ (1)}$$

โดย C_f คือ ปริมาณสารที่ปนเปื้อนในปลาสลิดตากแห้ง (mg/kg) IR คือ ปริมาณปลาสลิดตากแห้งที่รับประทานในแต่ละมื้อ (g/วัน) และ BW คือ น้ำหนักตัว (Kg) ทั้งนี้การอธิบายลักษณะของความเสี่ยงจากการบริโภคปลาสลิดตากแห้ง อธิบายได้โดยค่า Hazard Quotient (HQ) ซึ่งแสดงค่าสัดส่วนของตัวแปร ดังสมการที่ 2

$$HQ = \text{Daily Intake} / RfD \quad \text{สมการที่ (2)}$$ (พงษ์เทพ วิวรรธนะเดช, 2547)

เมื่อ Daily Intake คือ ปริมาณสารเคมีที่เข้าสู่ร่างกาย (mg/kg-day) และ RfD คือ Reference Dose (mg/kg-day)

ผลการวิจัย

(1) ปริมาณโครเมียมในปลาสลิดตากแห้ง

ปริมาณโครเมียม (Cr) ในปลาสลิดตากแห้งขนาดเล็ก ขนาดกลาง และขนาดใหญ่ เฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.31-0.51 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 1 ซึ่งความเข้มข้นของโครเมียมมีค่าไม่เกินมาตรฐานโครเมียมสูงสุดในอาหารตามประกาศของเกณฑ์มาตรฐานตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 98 (2529) (มาตรฐานโครเมียมในอาหารของประเทศไทยกำหนดให้มีค่าไม่เกิน 2.0 mg/kg) และเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยปริมาณโครเมียมในปลาสลิดโดยใช้สถิติ Kruskal-Wallis Test พบว่า ปลาสลิดขนาดต่างกันมีปริมาณโครเมียมไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 $\square\square^2 = 1.004$, $p<0.05$)

ตารางที่ 1 ตารางเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของปริมาณโครเมียมในปลาสลิดที่มีขนาดต่างกัน

ปริมาณโครเมียมในปลาสลิดแต่ละขนาด	N	mean	S.D.	Kruskal-Wallis Test χ^2)	P-value
เล็ก	20	0.23	0.35	1.004	0.605
กลาง	20	0.10	0.16		
ใหญ่	20	0.14	0.23		

0.05 χ^2 = 1.004, p<0.05)

(2) ความเสี่ยงต่อสุขภาพในการได้รับโครเมียมจากการบริโภคปลาสลิดตากแห้ง

จากปริมาณโครเมียม Cr) ที่ตรวจพบได้ในปลาสลิดตากแห้งทั้ง 3 ขนาด เมื่อนำมาคำนวณปริมาณการรับสัมผัสโครเมียมจากการบริโภคปลาสลิดตากแห้ง ของเพศชายและเพศหญิงใน อัตราการบริโภคปลาเท่ากับ 0.086 กิโลกรัมต่อวัน (รายงานข้อมูลการบริโภคอาหารของประเทศไทย จัดทำโดยสำนักงานมาตรฐานสินค้าและระบบคุณภาพ (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2559) โดยน้ำหนักเฉลี่ยของคนไทยเพศชายและหญิง คือ 68.83 และ 57.40 ตามลำดับ (การสำรวจรูปร่างทั่วประเทศ โครงการ Size Thailand, 2559) พบว่า การได้รับโครเมียมจากการบริโภคปลาสลิด สำหรับเพศชายและหญิง อยู่ในช่วง 0.00012-0.00029 mg/kg/day และอยู่ในช่วง 0.00003-0.00021 mg/kg/day ตามลำดับ (รายละเอียดแสดงในตารางที่ 3) เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับความเข้มข้นอ้างอิง (RfD) แบ่งเป็น 2 กรณี กล่าวคือ เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับความเข้มข้นอ้างอิงของการได้รับโครเมียม ในรูป Cr^{+3} เท่ากับ 1.500 mg/kg-day และโครเมียม (Cr^{+6}) เท่ากับ 0.003 mg/kg-day (IRIS-US EPA, 2017) พบว่า ผลจากการประเมินความเสี่ยง มีค่า HQ น้อยกว่า 1 ทั้ง 2 กรณี ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการบริโภคปลาสลิดที่มีการปนเปื้อนโครเมียมดังกล่าวยังไม่ก่อให้เกิดความเสี่ยงจากการได้รับโครเมียมไม่ว่าจะอยู่ในรูปใด

ตารางที่ 3 ผลการคำนวณปริมาณการรับสัมผัสโครเมียมจากการบริโภคปลาสลิดตากแห้งต่อวัน (Daily Intake)

เพศ	อายุ(ปี)	ปริมาณการรับสัมผัสโครเมียมจากการบริโภคปลาสลิด (mg/kg-day)		
		ขนาดเล็ก	ขนาดกลาง	ขนาดใหญ่
ชาย	15	0.00003	0.00003	0.00005
	60	0.00007	0.00009	0.0001
หญิง	15	0.00003	0.00003	0.00005
	60	0.00008	0.0001	0.0002

ตารางที่ 4 ผลการประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพจากการบริโภคปลาสลิดตากแห้ง (HQ)

รูปของโครเมียม	เพศ	อายุ(ปี)	ความเสี่ยงจากการบริโภคปลาสลิด (HQ)		
			ขนาดเล็ก	ขนาดกลาง	ขนาดใหญ่
Cr^{+3}	ชาย	15	0.00002	0.00002	0.00003
		60	0.00005	0.00006	0.00007
	หญิง	15	0.00002	0.00002	0.00003
		60	0.00005	0.00007	0.0001
Cr^{+6}	ชาย	15	0.01	0.01	0.02
		60	0.02	0.03	0.03
	หญิง	15	0.01	0.01	0.02
		60	0.03	0.03	0.07

อภิปรายผลการวิจัย

โครเมียมที่มีอยู่ในโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆมีการปล่อยลงสู่แหล่งน้ำ ทำให้เกิดการปนเปื้อนในแหล่งน้ำต่างๆ เช่น หนอง บึง บ่อ นาข้าว และยังมีการสะสมในตะกอนดินในแหล่งน้ำ ซึ่งชาวบ้านใช้ในการเลี้ยงปลาสลิด ทำให้โครเมียมมีการเข้าสู่ตัวปลาสลิดโดย 2 กระบวนการด้วยกัน คือ กระบวนการหายใจ ปลาสลิดหายใจโดยกลืนน้ำที่มีโครเมียมปนเปื้อนเข้าไปในปากผ่านทางเหงือก และจากกระบวนการกินอาหารเนื่องจากปลาสลิดชอบกินพวกสาหร่ายขั้นต่ำ เช่น แพลงค์ตอนพืช สาหร่าย ซากพืชซากสัตว์เน่าเปื่อย ซึ่งแหล่งอาหารเหล่านี้ของปลาสลิดมีการสะสมของโครเมียม อย่างไรก็ตามปริมาณการสะสมของโครเมียมในปลาสลิดแต่ละขนาดไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อาจเนื่องจากระยะเวลาในการเลี้ยงปลาสลิดในบ่อเท่ากัน จึงเป็นไปได้ว่าระยะเวลาในการได้รับโครเมียมที่ปนเปื้อนในน้ำและตะกอนดินของปลาสลิดแต่ละขนาดเท่ากัน ดังนั้นปริมาณการสะสมของโครเมียมในปลาสลิดไม่ได้ขึ้นอยู่กับขนาดของปลา แต่อาจจะขึ้นอยู่กับระยะเวลาที่ปลาสัมผัสโครเมียม สำหรับผลการประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพจากการได้รับโครเมียมที่สะสมในปลาสลิด พบว่า ยังอยู่ในระดับที่ไม่ก่อให้เกิดความเสี่ยง ทั้งนี้ความเสี่ยงดังกล่าวจะเพิ่มขึ้นเมื่ออัตราการบริโภคปลาสลิดเพิ่มมากขึ้น หรือน้ำหนักตัวเฉลี่ยของผู้บริโภคลดลง

สรุปผลการวิจัย

(1) ปริมาณโครเมียมในปลาสลิดอยู่ในช่วง 0.17±0.23 - 0.34±0.32 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่98 (พ.ศ.2529) เรื่อง มาตรฐานอาหารที่มีสารปนเปื้อน และปริมาณโครเมียมในปลาสลิดในแต่ละขนาดไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

(2) การประเมินความเสี่ยงจากการปนเปื้อนของโครเมียมในปลาสลิดแต่ละขนาด พบว่ายังไม่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพของผู้บริโภค

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงสาธารณสุข. (2529). ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่98 (พ.ศ.2529) เรื่อง มาตรฐานอาหารที่มีสารปนเปื้อน. ราชกิจจานุเบกษาฉบับพิเศษ เล่มที่ 103 ตอนที่ 23 ลงวันที่ 16 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2529.

การสำรวจรูปร่างทั่วประเทศ โครงการ Size Thailand. สืบค้นเมื่อ 1 เมษายน 2561 จาก http://www.sizethailand.org/region_all.html.

จิระฉัตร ศรีแสน. (2555). *ผลกระทบของโครเมียมและสารประกอบโครเมียมต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อม.* วารสารกรมวิทยาศาสตร์บริการ, 60, 189.

พงษ์เทพ วิวรรธนะเดช. (2547). *การประเมินความเสี่ยงด้านสุขภาพ.* ภาควิชาเวชศาสตร์ชุมชน.เชียงใหม่ คณะแพทย์ศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

สุนิสา ชายเกลี้ยง. (2557). *พิษวิทยาสาธารณสุข (Toxicology in public health).* พิมพ์ครั้งที่ 1. ขอนแก่น : คณะสาธรณสุขศาสตร์และสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

สำนักมาตรฐานสินค้าและระบบคุณภาพ. (2549). *ข้อมูลการบริโภคอาหารของประเทศไทย.* (พิมพ์ครั้งที่1).กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

APHA, AWWA and WPCF. (1975). Standard Method for Water and Waste Water (14th ed). America Public Health Association, Washington DC.

Brigden ,Labunska, Santillo. (2553). การตรวจสอบสารเคมีอันตรายในน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมฟอกย้อมและการปนเปื้อนของสารเคมีในคลองบริเวณใกล้เคียงซึ่งเชื่อมต่อกับแม่น้ำเจ้าพระยาตอนล่าง ประเทศไทย พ.ศ. 2553. 10 ตุลาคม พ.ศ.2558 จาก: http://www.slideshare.net/oil intira/is2-30654187.

Integrate Risk Information System US Environmental Protection Agency. สืบค้นเมื่อ 1 เมษายน 2562 จาก https://www.epa.gov/iris.