บทที่ 5

การอภิปรายผลการวิจัย

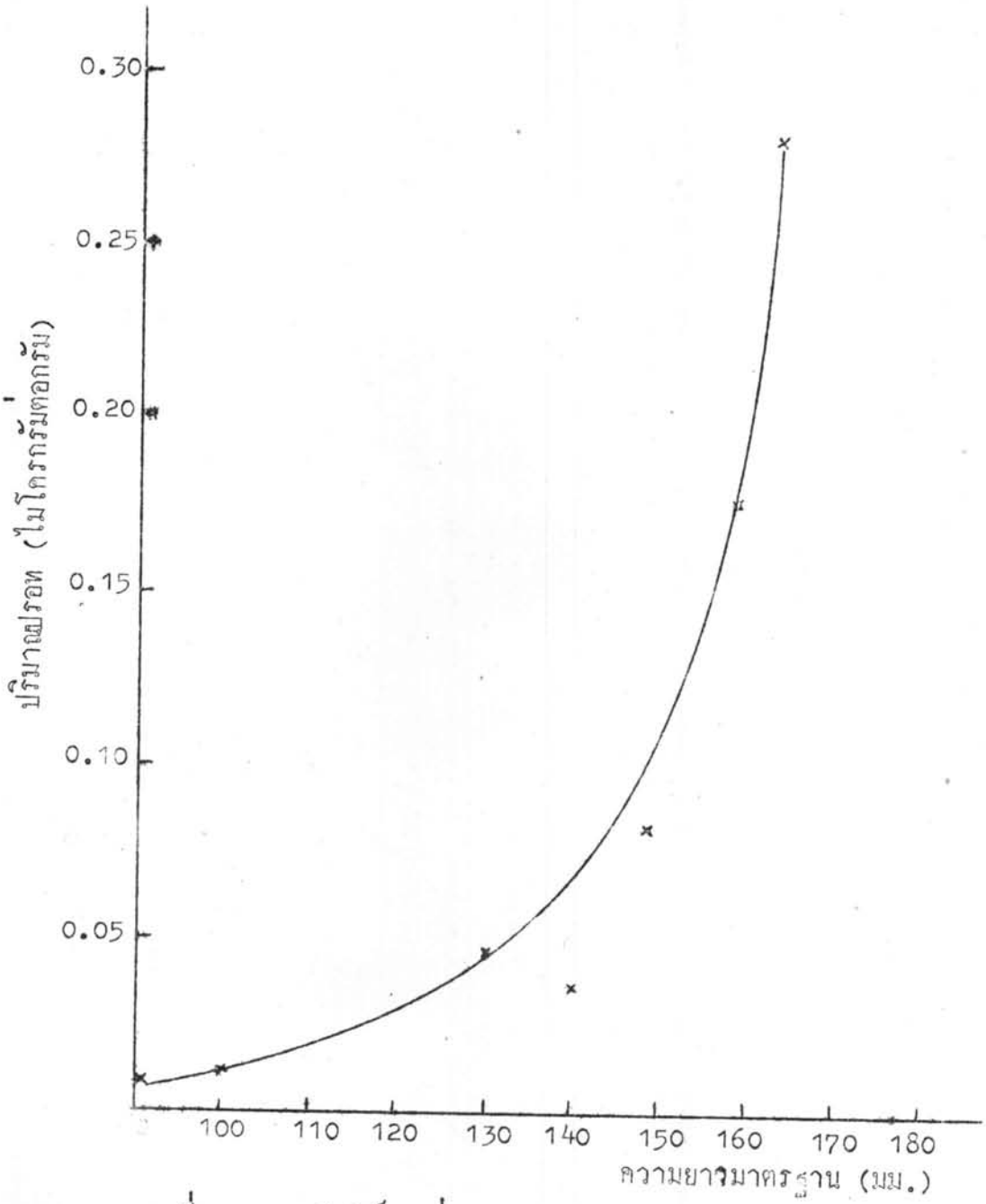
เมื่อพิจารณาปริมาณของปรอทในปลาแต่ละประเภทดังแสดงไว้ในตาราง ที่ 7 ถึง 11 จะพบว่าค่าของปริมาณปรอทนั้นไม่สูงมากนัก แต่เนื่องจากขณะนี้ค่าของปริมาณปรอทในปลาทะเลที่อนุญาตให้มีได้สูงสุดสำหรับภายในประเทศยังไม่มีระบุไว้ จึงไม่สามารถนำมาเปรียบเทียบกับผลการวิจัยนี้ได้ว่ามีค่าแตกต่างกันเพียงไร อย่างไรก็ตาม ถ้าจะเปรียบเทียบกับมาตรฐานของประเทศต่าง ๆ (ตารางที่ 13) จะเห็นได้ชัดเจนว่าปริมาณปรอทจากผลการศึกษานี้มีค่าต่ำกว่ามาก

โดยนัยเดียวกัน ค่าระดับมูลฐานของปรอทในปลาทะเล สำหรับประเทศไทยยังไม่มีเช่นกัน ฉะนั้นจึงไม่สามารถสรุปผลการวิจัยในรายงานนี้ได้ว่า ปริมาณปรอทในปลาที่วิเคราะห์ได้นี้เป็นค่าที่มีในธรรมชาติจริง ๆ หรือเป็นค่าที่ถูกกระทำให้เปรอะเปื้อนแล้ว อย่างไรก็ตามจากข้อมูลที่แสดงไว้ในตารางที่ 7 ถึง 11 อาจนำมาประเมินและวิเคราะห์ได้ว่า ยังไม่มีการเปรอะเปื้อนปรอทในปลาทะเลในปัจจุบัน ทั้งนี้เนื่องจากปริมาณที่พบในปลาจากบริเวณที่สกปรก และจากบริเวณที่ไม่สกปรก มีค่าไม่แตกต่างกันนั่นเอง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในปลาบางประเภท คือ ปลาทรายแดง และปลาทรายขาว (ตารางที่ 10 และ 11) กลับพบว่า ปรอทในปลาจากบริเวณที่ไม่สกปรกมีค่าสูงกว่า ปรอทในปลาจากบริเวณที่สกปรก ความผิดปกตินี้เนื่องจากปลาทรายแดง และปลาทรายขาวที่นำมาวิเคราะห์จากบริเวณที่ไม่สกปรก มีขนาดใหญ่กว่าปลาจากบริเวณที่สกปรก ดังนั้น จึงมีปริมาณของปรอทเพิ่มขึ้นตามสัดส่วนของปลา (รูปที่ 8) ซึ่งให้ผลตรงกับรายงานของ Kishore และ Guinn (1972) ที่ว่าปริมาณของปรอทในปลาบางประเภท จะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับขนาดของปลา และถ้าพิจารณาดูตารางที่ 12 ซึ่งสรุปช่วงปริมาณของปรอทในปลาแต่ละประเภท จะเห็นได้อย่างชัดเจน

ตารางที่ 13* สรุประดับปริมาณปรอทที่อนุญาตให้มีได้ในปลา

ระดับที่อนุญาตให้มีได้ (ส่วนในล้านส่วน)	ประเทศที่ใช้	หมายเหตุ
0.1	เยอรมันตะวันตก	อาหารทุกประเภทรวมทั้ง
	เชคโกสโลวาเกีย	ผลิตภัณฑ์ปลา
0.5	เยอรมันตะวันตก	ปลาทูน่า, ปลากระโทงแทง,
	เชคโกสโลวาเกีย	และปลาฉลามหนู
< 0.1-0.5	ยูโกสลาเวีย	
0.2	อาร์เจนตินา	ปลาทูน่า (เล็ก)
0.5	อาร์เจนตินา	ปลาทูน่า (โตเต็มที่)
0.5	คานาดา กรีซ ออสเตรีย	
	กีอานา ฮังการี อิสราเอล	
	เคนยา คูเวต นิวซีแลนด์	
	โปรตุเกส สเปน สวิส-	
	เซอร์แลนด์ สหรัฐอเมริกา	
	เวเนซูเอลา	
0.7	ฝรั่งเศส อิตาลี	
1.0	ฟินแลนด์ สวีเดน	รับประทานอาหารปลามื้อ-
		เดียวใน 1 สัปดาห์
1.0	ไซปรัส เดนมาร์ค	
	เนเธอร์แลนด์	

* Summary of some current "permissible levels" of mercury in fish, FAD/F 7/180/2, FAD/WHO, 1972.



รูปที่ 8 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของปรอทกับขนาดของปลา

เริงฤดี (พ.ศ.2517) ได้วิเคราะห์ปรอทโดยวิธีเฟลมเลส อะตอมมิค แอบซอร์บชั่น (flameless atomic absorption) ในปลาทะเลชนิดต่าง ๆ 17 ชนิด ซึ่งซื้อจากตลาดต่าง ๆ ภายในประเทศ พบว่าในปลาทะเลขนาดใหญ่มีค่าของปรอทอยู่ในช่วง 0.06 - 0.774 ไมโครกรัมต่อกรัม และในปลาทะเลขนาดเล็กรวมทั้งหอยและปูบางชนิด มีค่าอยู่ในช่วง 0.012 - 0.066 ไมโครกรัมต่อกรัม ตามลำดับ ค่าที่รายงานไว้ สอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ของงานวิจัยนี้

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ได้ถือว่าเขต II III และ IV ตามแผนที่ในรูปที่ 1 เป็นบริเวณที่สกปรก ทั้งนี้โดยมีเหตุผลว่า เขตดังกล่าวเป็นทางออกของแม่น้ำใหญ่หลายสายซึ่งไหลผ่านแหล่งกสิกรรม และโรงงานอุตสาหกรรมประเภทต่างๆ ฉะนั้นจึงอาจสะสมและนำพาสิ่งตกค้างหรือสิ่งถูกชะล้างของปรอทและสารประกอบของปรอท จากการนำไปใช้ในกิจการเกษตร และจากน้ำทิ้งของโรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ นอกจากนั้นในบริเวณชายฝั่งยังเป็นที่ตั้งของโรงงานอุตสาหกรรมหลายประเภท ซึ่งปลดปล่อยของเสียลงสู่ทะเลเช่นกัน สำหรับเขต I V และ IX นั้น จัดได้ว่าเป็นบริเวณที่ห่างไกลจากสิ่งต่าง ๆ ดังกล่าวข้างต้น จึงถือว่าเป็นบริเวณที่ไม่สกปรก

การที่เลือกศึกษาเฉพาะปลา 5 ประเภทคือ ปลาหมึกกล้วย ปลาทู-(ลัง) ปลาสีกุน ปลาทรายแดง และปลาทรายขาว เนื่องจากพิจารณาแล้วเห็นว่าปลาทั้ง 5 ชนิดนี้เป็นปลาสามัญ ที่ประชาชนส่วนใหญ่นิยมใช้บริโภค นอกจากปลาดังกล่าวแล้ว ยังได้วิเคราะห์ปริมาณปรอทในหอยแมงภู่ (sea mussel) และหอยแครง (bloody clam) จากบริเวณชายฝั่งทะเลของจังหวัดสมุทรปราการและของจังหวัดฉะเชิงเทรา ซึ่งเป็นบริเวณที่กำหนดว่าเป็นบริเวณสกปรก ทั้งนี้โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลที่ได้กับปลาที่จับในบริเวณเดียวกัน ผลการวิเคราะห์ 2 ชุดของหอยตัวอย่าง พบว่า ปริมาณปรอทในหอยแมงภู่ และในหอย-แครงจากจังหวัดสมุทรปราการ มีค่า 0.0123 และ 0.0093 ไมโครกรัมต่อกรัม และจากจังหวัดฉะเชิงเทรา มีค่า 0.0136 และ 0.0246 ไมโครกรัมต่อกรัม ตามลำดับ และเนื่องจากสำนักงาน พปส. ได้หยุดเดินเครื่อง ปปว-1 เพื่อเปลี่ยน-

แปลงระบบการทำงาน ตั้งแต่เดือน มิถุนายน 2518 ดังนั้น จึงยังไม่สามารถดำเนินการวิเคราะห์ปริมาณปรอทในปลา และหอยต่อไปได้

ในการศึกษานี้ใช้เนื้อเยื่อกล้ามเนื้อส่วนหลังของปลา เป็นชิ้นส่วนตัวแทนของปลาทั้งตัวในส่วนที่กินได้ (edible part) ทั้งนี้ เนื่องจากเนื้อเยื่อส่วนนี้เป็นส่วนที่ใช้งานมากที่สุดของปลาในการเคลื่อนที่ ย่อมที่จะสะสมแร่ธาตุไว้มากกว่าส่วนอื่น ๆ และจากการศึกษาวิจัยของนักวิทยาศาสตร์หลายท่านได้ยืนยันเช่นนั้น เช่น Holden (1972)รายงานว่า เนื้อเยื่อกล้ามเนื้อส่วนหลังของปลาหลด (pike) มีปรอทสะสมอยู่สูงสุด เมื่อเทียบกับส่วนอื่น ๆ ของปลา ดังนั้นปริมาณของปรอทในรายงานนี้จึงถือได้ว่าเป็นค่าสูงสุดของปรอทที่มีอยู่ในตัวปลา ยกเว้นกรณีของปลาหมึกกล้วยซึ่งใช้เนื้อเยื่อทั้งตัวในการวิเคราะห์

วิธีวิเคราะห์ที่ใช้ในการศึกษานี้ มีความเชื่อถือได้สูงมาก ดังได้แสดงผลการทดสอบความเที่ยงตรงไว้ในตารางที่ 6 และความแน่นอนของการวิเคราะห์ปริมาณจากการวิเคราะห์สารตัวอย่างมาตรฐานKale สำหรับค่าเคมิคัลด์ ยีลด์ของการกลั่นปรอทออกจากตัวอย่างปลา ได้ทำการตรวจสอบโดยใช้ปรอท-203 เป็นสารติดตาม (tracer) พบว่าสามารถกลั่นปรอทออกมาได้สูงมากถึงร้อยละ 95-98 และขีดจำกัดของเทคนิคการวิเคราะห์นี้ ในสภาวะเช่นนี้ มีค่า 0.0001 ไมโครกรัม

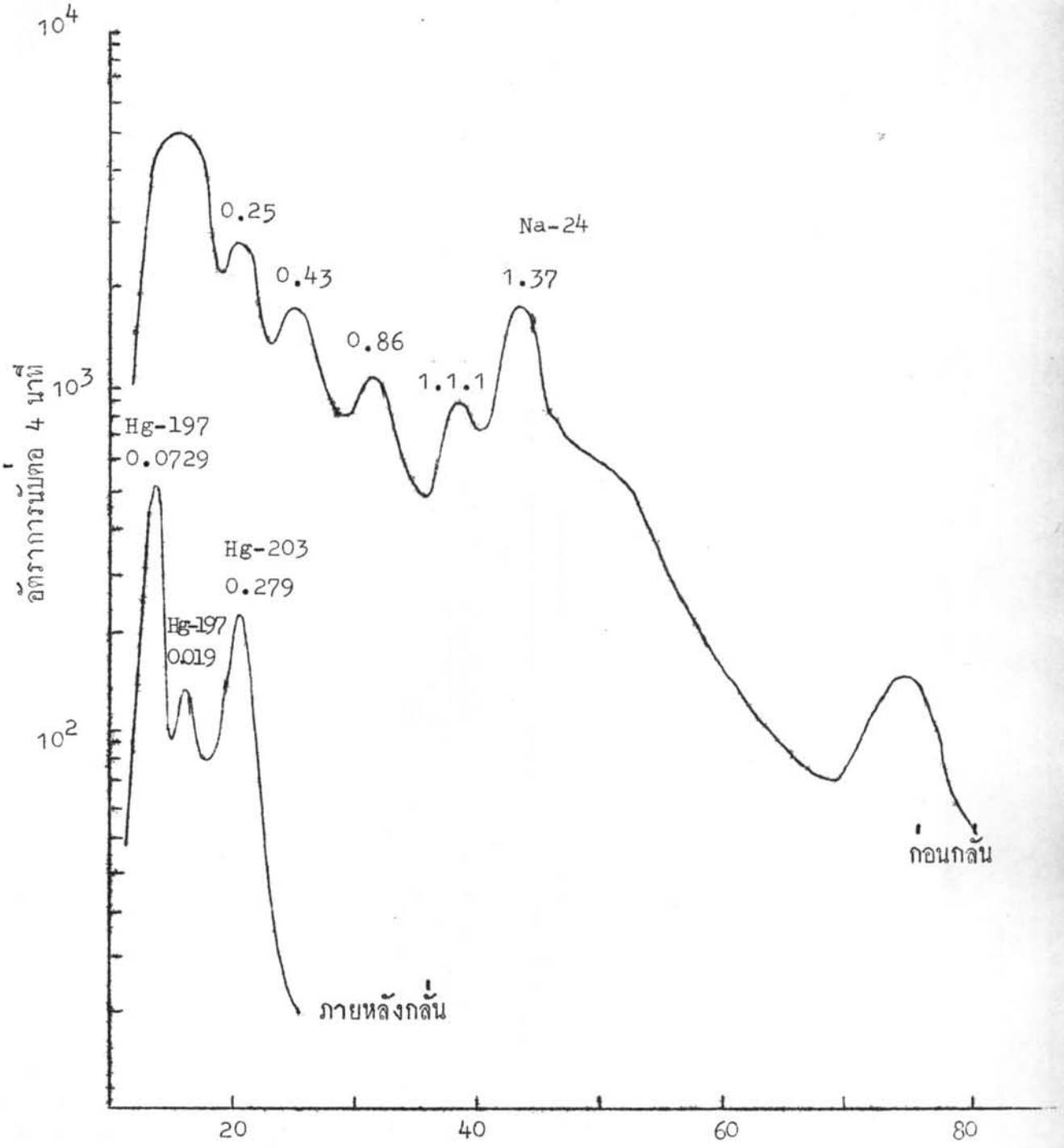
ผลการวิเคราะห์ที่รายงานไว้ พร้อมค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (1 σ) เป็นผลการวิเคราะห์ตัวอย่างเดียวกันอย่างน้อย 3 ชุดของการวิเคราะห์ โดยแต่ละครั้งของการวิเคราะห์จะประกอบไปด้วยสารตัวอย่าง และสารมาตรฐานที่นำเข้าอาบรังสีนิวตรอนพร้อมกัน ปริมาณของปรอทที่รายงานคิดเป็นไมโครกรัมต่อกรัมของน้ำหนักสดของปลาทั้งตัว

การเลือกใช้เทคนิคของการวิเคราะห์แบบนิวตรอนแอคติเวชั่น ในการวิเคราะห์ปริมาณปรอทในครั้งนี้ เมื่อพิจารณาถึงขอบขีดความสามารถของเครื่องมือเครื่องใช้ที่มีอยู่ และความไวของการวิเคราะห์ แล้วจึงเลือกใช้เทคนิคการวิเคราะห์

แบบอาศัยวิธีทางเคมี ทั้งนี้เนื่องจากการวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ที่จะศึกษาเพื่อประเมินค่าระดับมูลฐานของปรอทในปลา ซึ่งคาดว่าจะมีค่าต่ำกว่าขีดจำกัดของเทคนิค-วิเคราะห์ที่ใช้เฉพาะเครื่องมือนับรังสี คือ 0.02 ไมโครกรัม และอีกประการหนึ่งคือไม่มีความคล่องตัวพอในการวิเคราะห์แบบหลัง เนื่องจากจำเป็นต้องใช้เครื่องมือนับรังสี multichannel ชนิด 1024 ช่อง ต่อกับหัววัดรังสีแบบ Ge(Li) ซึ่งมีเพียงเครื่องเดียวในสำนักงาน พปส. ขณะนั้น รวมทั้งต้องใช้เวลานับรังสีนานมาก คืออย่างน้อย 1 ชั่วโมง ซึ่งทำให้ไม่สะดวกในการปฏิบัติงาน อย่างไรก็ตามได้พิจารณาที่จะใช้เครื่องมือนับรังสี multichannel ชนิด 128 ช่อง ต่อกับหัววัด-รังสีแบบ NaI(Tl) เช่นกัน แต่ไม่สามารถกระทำได้เนื่องจากมีการรบกวนของ-ราดิโอไอโซโทปอื่น ๆ อาทิเช่น โซเดียม-24 มาก (รูปที่ 9) ซึ่งจะทำให้ขีดจำกัดของการวิเคราะห์ปริมาณเพิ่มมากกว่า 0.02 ไมโครกรัม รวมทั้งความ-สามารถของการแยกขนาดพลังงานของแกมม่าสเปคตรัมของเครื่องมือแบบหลังนี้ไม่ดีพอด้วย

เพื่อที่จะเพิ่มความไวของการวิเคราะห์ปริมาณ และลดค่าโสหุ้ยจากการใช้แก้วควอร์ซ ซึ่งใช้ในการนำสารเข้าอาบรังสี จึงหาวิธีการที่จะเพิ่มความเข้มข้นของปริมาณปรอทในปลา โดยเทคนิคการทำให้แห้งโดยการเยือกแข็ง ทั้งนี้เพื่อหลีกเลี่ยงการสูญหายของปรอทจากสารตัวอย่างโดยการระเหย เทคนิคการทำให้แห้งโดยการเยือกแข็งนี้ La Fleur (1973) ได้ทดสอบโดยใช้ปรอท-203 เป็นสารติดตาม พบว่า ปรอทจะยังคงอยู่ในสารตัวอย่างมากถึงร้อยละ 97 ถึง-ร้อยละ 100 โดยเทคนิคนี้สามารถระเหยน้ำออกจากสารตัวอย่างได้ร้อยละ 75

ในการศึกษาครั้งนี้ ไม่ใช้ภาชนะนำสารเข้าอาบรังสีที่ทำด้วยโพลีเอทธีลีน ทั้งนี้เพื่อหลีกเลี่ยงการสูญเสียปรอท โดยการดูดซับในข้างผนังของภาชนะอาบรังสีนั้น ๆ เมื่อต้องนำเข้าอาบรังสีนิวตรอนเป็นเวลานาน ๆ (Bate,1971 และ Lee, et.al., 1973) และภาชนะที่ทำด้วยโพลีเอทธิลีนไม่เหมาะที่จะนำมาใช้อาบรังสีนาน ๆ ด้วย เพราะไม่ทนทานต่อความร้อนที่เกิดขึ้นในระหว่างการอาบรังสี



รูปที่ 9 แกมม่าสเปคตรัมของปรอทในปลา หลังการอาบรังสีนิวตรอนจากเครื่องมือ multichannel 128 ช่อง ต่อกับหัววัดรังสี NaI(Tl)

ถึงแม้ว่าผลจากการศึกษาครั้งนี้ ยังไม่อาจจะประเมินค่าระดับมูลฐานได้ เนื่องจากยังขาดข้อมูลหลายประการ แต่ก็อาจจะเป็นแนวทางให้ผู้ที่สนใจ หรือหน่วยราชการอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับสวัสดิภาพของประชากร ที่จะดำเนินการศึกษาเพิ่มเติมเพื่อประเมินค่าของระดับมูลฐานของปรอทในปลาทะเล และค่าของปริมาณปรอทในปลาทะเลที่อนุญาตให้มีได้สูงสุดในประเทศต่อไป