บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 โลหะหนัก (วิริยะ สิริ และคณะ (2521))

โลหะหนัก หมายถึง โลหะที่มีความถ่วงจำเพาะตั้งแต่ 5 ขึ้นไปเป็นธาตุที่มีเลขอะตอมตั้งแต่ 22 – 34 และ 40 – 52 ในตารางธาตุ รวมทั้งในอนุกรมแลนทาไนด์และแอกติไนด์ สิ่งมีชีวิตจะตอบสนองต่อโลหะหนักแต่ละชนิดที่แตกต่างกัน โลหะหนักที่รู้จักกันโดยทั่วไป ได้แก่ วาเนเดียม โครเมียม แมงกานีส เหล็ก เงิน นิกเกิล ปรอท ตะกั่ว แคดเมียม ทองแดง สังกะสี และอาร์เซนิก

โลหะหนักสามารถก่อให้เกิดปัญหามลพิษสิ่งแวดล้อมในแหล่งน้ำ โลหะหนักและสารประกอบของโลหะหนัก สามารถสะสมในเนื้อเยื่อของสิ่งมีชีวิต และถ่ายทอดตามห่วงโซ่อาหารได้ โลหะหนักเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตแตกต่างกันออกไป เช่น เป็นพิษต่อเนื้อเยื่อ อวัยวะต่างๆทำให้เกิดมะเร็งชนิดต่างๆ ความเป็นพิษของโลหะหนักจะมากหรือน้อยเพียงใด ขึ้นกับขนาดหรือปริมาณที่ได้รับ อายุ ความแตกต่างของความต้านทานในแต่ละบุคคล การสะสมของโลหะหนักในสัตว์น้ำ สัตว์น้ำส่วนใหญ่ได้รับสารพิษโลหะหนักเข้าไปโดยการกินอาหารในลักษณะต่างๆ ตามชนิดของสัตว์น้ำนั้นๆ การสะสมของโลหะหนัก โดยการดูดซึมเข้าจากน้ำโดยตรงนั้นเป็นไปได้น้อยมาก การสะสมของโลหะหนักในน้ำ จะเพิ่มขึ้นตามระดับการบริโภค นอกจากนั้น สัตว์น้ำยังมีการสะสมปริมาณโลหะหนักตามส่วนต่างๆของร่างกาย ปริมาณมากหรือน้อยจะมีการถ่ายทอดปริมาณสารเหล่านั้นไปตามห่วงโซ่อาหาร ตามลำดับจนถึงระดับสูงสุดของห่วงโซ่อาหาร เช่นเดียวกับการถ่ายทอดพลังงาน นั่นหมายความว่ามนุษย์จะมีการสะสมปริมาณโลหะหนักสูงที่สุด

มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
PAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

2.1.1 อันตรายของโลหะหนักต่อสุขภาพ

โลหะหนักที่ใช้ในอุตสาหกรรมมากที่สุดได้แก่ ตะกั่ว ปรอท แคดเมียม ซีลีเนียม นิกเกิล และโครเมียม โลหะหนักเหล่านี้ถูกกำจัดเข้าสู่สิ่งแวดล้อมในสภาวะน้ำเสียจากที่ต่างๆ และในสภาพที่เป็นอนุภาคแขวนลอยในอากาศ การเผาไหม้ของเชื้อเพลิงทำให้เกิดอนุภาคแขวนลอยของโครเมียม ตะกั่ว

โลหะที่เป็นพิษแบ่งออกได้เป็น 3 กลุ่มใหญ่ๆ ดังนี้

1) โลหะที่เกิดโรคเกี่ยวกับระบบหายใจ ส่วนใหญ่โลหะเหล่านี้จะอยู่ในรูปของอนุภาคแขวนลอยในอากาศ ได้แก่ เหล็ก ทังสเตน และไนโอเบียม

2) โลหะที่เป็นส่วนประกอบของโลหะบางตัว ที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของ

การปฏิบัติหน้าที่ของอวัยวะภายในร่างกาย เช่น ตับ ไต และหัวใจ นอกจากนี้ ยังทำให้เกิดโรคเกี่ยวกับระบบหายใจ โลหะเหล่านี้ ได้แก่ โครเมียม โมลิบดินัม นิกเกิล โคบอลต์ เงิน ทองแดง และแคดเมียม

3) โลหะที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพมนุษย์ร้ายแรงและทำให้เกิดโรคเรื้อรังรักษาให้หายขาดยาก เช่น โรคมะเร็ง ได้แก่ ปรอท ตะกั่ว พลวง เบริลเลียม แคดเมียม นิกเกิล และซีลีเนียม

2.1.2 ตะกั่ว (Lead) (วิริยะ สิริ และคณะ (2521))

ตะกั่ว เป็นโลหะหนักจัดอยู่ในหมู่ IVA ของตารางธาตุ และมีเลขอะตอม 82 มวลอะตอม 207.19 มีเลขออกซิเดชันหลายค่า คือ +2 , +4 , +6 ตะกั่วส่วนมากมีเลขออกซิเดชัน +2 ซึ่งเสถียรที่สุด มีจุดหลอมเหลว 327.8 องศาเซลเซียส จุดเดือด 1,751 องศาเซลเซียส มีความถ่วงจำเพาะ 11.34 เป็นโลหะที่มีสีขาวเงิน ลักษณะอ่อน ตะกั่วที่เป็นธาตุอิสระมีน้อยมาก ส่วนมากจะอยู่ในรูปของสารประกอบ เช่น กาลีนา(PbS) ซีรัสซีดส์($PbCO_3$) เป็นต้น นอกจากนี้ยังพบตะกั่วในแร่ยูเรเนียมและทอเรียม ซึ่งเกิดจากการสลายตัวของธาตุกัมมันตรังสี ตะกั่วมีบทบาทสำคัญในชีวิตประจำวันของมนุษย์ โดยนำไปใช้ทั้งด้านอุตสาหกรรมและเกษตรกรรม เช่น อุตสาหกรรมการผลิตแบตเตอรี่รถยนต์ ยาฆ่าแมลง ยาปราบศัตรูพืช สี การหล่อตัวพิมพ์ เครื่องเคลือบดินเผา นอกจากนี้ยังเจือปนอยู่ในรูปถุงพลาสติกสีต่างๆ และอุปกรณ์ของเล่น เป็นต้น

ตะกั่ว เป็นโลหะสีเทาเงิน หรือแกมน้ำเงินเกิดขึ้นตามธรรมชาติ ในเปลือกโลก ตะกั่วในพื้นดิน อาจเกิดตามธรรมชาติหรืออาจเกิดจาก ภาวะมลพิษดินที่มีสภาพเป็นกรด จะมีสารตะกั่วน้อยกว่าดินที่เป็นด่าง เนื่องจากอินทรีย์สารในดินอาจทำปฏิกิริยา กับสารตะกั่วที่มีอยู่ สารตะกั่วที่อยู่ในรูปสารประกอบอนินทรีย์ เช่น ไนเตรต คลอเรท และสารประกอบอินทรีย์ซึ่งใช้เป็นสารเติมในน้ำมันเชื้อเพลิง เช่น เบนซิน สารตะกั่วในบรรยากาศมาจากตะกั่วที่ใช้ผสม ในน้ำมันเบนซินเพื่อใช้ในการจุดระเบิดของน้ำมัน เมื่อน้ำมันเผาไหม้ใน รถยนต์สารตะกั่วจะออกมากับไอเสีย สารประกอบตะกั่วในน้ำมัน สามารถแพร่กระจายไปได้ไกล หลายกิโลเมตร และอาจทำให้ สิ่งแวดล้อมในบริเวณที่อยู่ห่างไกลความเจริญเกิดการปนเปื้อนได้ สารตะกั่วเมื่อเข้าไปในร่างกายจะมีอันตรายต่อระบบต่าง ๆ ของร่างกายดังนี้

2.1.2.1 ผลต่อระบบประสาท สารตะกั่วจะมีผลต่อทั้งระบบประสาทส่วนกลาง (Peripheral Nervous System) และระบบประสาทรับสัมผัสพิเศษ (Special Sense)

1) ผลต่อระบบประสาทส่วนกลางสารตะกั่วพวกอนินทรีย์สาร (Inorganic Lead) นั้นมักจะทำให้เกิดภาวะสมองเสื่อม (Lead encephalopathy) จะพบในเด็กมากกว่าในผู้ใหญ่ และมักจะเสียชีวิตถึง 25 % ถ้ารอดตายประมาณ 40 % ของคนไข้มักจะมีอาการชักและปัญญาอ่อน นอกจากนี้ยังพบสารตะกั่วประเภทนี้มีผลต่อการพัฒนาสติปัญญา ความจำ

การเรียนรู้ รวมทั้งการพัฒนาความสามารถของทารกในครรภ์อีกด้วย สำหรับกลไกรายละเอียดนั้น ปัจจุบันยังไม่ทราบแน่นอน แต่จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่า การทำงานของปลายประสาทอัตโนมัติพวกที่ใช้สารเคมีพวกอะเซทิลโคลีน (Acetylcholine) คาเทคโคลามีน (Catecholamine) เป็นตัวถ่ายทอดสัญญาณประสาทนั้น จะถูกยับยั้งโดยสารตะกั่ว อย่างไรก็ตามผลนี้จะถูกยับยั้งด้วยแคลเซียม

2) ผลต่อระบบประสาทรอบนอก ตะกั่วจะทำให้กล้ามเนื้อซึ่งช่วยในการเหยียดแขนขาอ่อนแรง มีอาการชา ระบบรับความรู้สึกของร่างกายจะเสียไป เกิดอาการที่เรียกว่าอัมพาต (Lead palsy) นอกจากนี้สารตะกั่วยังทำให้เกิดอาการเสื่อมสลายของเยื่อไมอิลิน (Myeline) ที่หุ้มรอบปลายประสาท Axonal demyelination และทำให้ส่งสัญญาณประสาทช้าลงด้วย

3) ผลต่ออวัยวะรับสัมผัสพิเศษ สารตะกั่วจะลดความไวในการตอบสนองต่อสิ่งเร้า ของเซลล์รับแสงที่เรียกว่า “Rod Cell” ในลูกตาลงและยังรบกวนระบบไหลเวียนของเส้นเลือดที่มาเลี้ยงเยื่อบุลูกตาที่เคลือบอยู่บนลูกตาและภายในลูกตา ทำให้มีการเคลื่อนที่ของของเหลวภายในเส้นเลือดออกมาสู่ช่องว่างระหว่างเซลล์ ทำให้เกิดอาการตาบวมขึ้น นอกจากนี้ยังพบว่าคนที่มีระดับสารตะกั่วในกระแสเลือดประมาณ 40 – 60 ไมโครกรัมในเลือด 100 มิลลิลิตรนั้นจะมีสายตาผิดปกติ

2.1.2.2 ผลต่อระบบเลือด ตะกั่วจะไปรบกวนการทำงานของเอนไซม์โซเดียมโปแตสเซียม เอทีพีเอส (Sodium – Potassium ATPase) ซึ่งเป็นเอนไซม์ซึ่งช่วยในการควบคุมปริมาตรภายในเม็ดเลือดแดงให้อยู่ในภาวะสมดุลทำให้เม็ดเลือดแดงถูกทำลายได้เร็วขึ้นและเป็นผลให้เกิดภาวะโลหิตจาง (Animia) ขึ้นนอกจากนี้แล้วสารตะกั่วยังไปมีผลขัดขวางการสร้างฮีโมโกบิล ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของเม็ดเลือดแดงอีกด้วย และยังใช้สารตะกั่วในเลือดเป็นดรรชนี แสดงปริมาณตะกั่วในสภาวะแวดล้อม โดยทั่วไปแล้วถือว่าสารตะกั่วในเลือดประมาณ 10 – 40 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตรเป็นปริมาณปกติ โรคพิษตะกั่วเริ่มแสดงอาการเมื่อปริมาณสารตะกั่วในเลือดสูงถึง 80 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตรขึ้นไป

2.1.2.3 ผลต่อไต อันตรายของตะกั่วต่อไตนั้นมักพบในรายที่ได้รับสารตะกั่วเป็นเวลานาน (Prolong exposure) โดยมักจะพบว่ามีการทำงานเซลล์ท่อไตส่วนต้น (Proximal tuble) ซึ่งทำหน้าที่เกี่ยวกับการดูดกลับของสารต่างๆ ทำให้ระดับน้ำตาลกลูโคส กรดอะมิโนและฟอสเฟตในกระแสเลือดต่ำลง และยังมีผลทำให้เส้นเลือดที่บริเวณโกลเมอรูลัส (Glomerulus) ฝ่อเป็นผลให้ไตเกิดการกรองได้ลดลงมีของเสียตั่งในร่างกายมาก และอาจทำให้เกิดภาวะไตวายได้

2.1.2.4 ผลต่อระบบทางเดินอาหาร ตะกั่วมักทำให้เกิดความตึงตัวของกล้ามเนื้อเรียบที่บุผนังระบบทางเดินอาหารเปลี่ยนไป และทำให้คนไข้มีอาการ ปวดท้อง เบื่ออาหาร ท้องผูก รวมทั้งเกิดอาการอุจจาระร่วงด้วย

2.1.2.5 ผลต่อระบบต่อมไร้ท่อ และระบบสืบพันธุ์ ในคนไข้ที่มีระดับของสารตะกั่วสูงประมาณ 66 – 136 ไมโครกรัมในเลือด 1 เดซิลิตรนั้น จะมีการทำงานของต่อมไทรอยด์ผิดปกติไป มีการลดการสร้างฮอร์โมนกลูโคคอร์ติคอยด์ซึ่งช่วยในการควบคุมเมตาบอลิซึมของร่างกายตัวหนึ่ง โดยเฉพาะเมตาบอลิซึมของคาร์โบไฮเดรต นอกจากนี้ยังทำให้จำนวนอสุจิลดลง (Oligospermia) และลดจำนวนอสุจิที่เคลื่อนไหวในน้ำกามในเพศชายลงด้วย (Azoospermia)

2.1.3 แคดเมียม (Cadmium)

แคดเมียม เป็นโลหะหนัก มีสีขาวฟ้า วาว มีลักษณะเนื้ออ่อน สามารถบิดงอได้และถูกตัดได้ง่ายด้วยมีดมักอยู่ในรูปแท่ง แผ่น เส้นลวดหรือเป็นผงเม็ดเล็กๆในอากาศที่มีความชื้นแคดเมียมจะถูกออกซิไดซ์ช้าๆให้แคดเมียมออกไซด์ในธรรมชาติแคดเมียมมักจะอยู่รวมกับมะถันเป็นแคดเมียมซัลไฟด์ และมักปนอยู่ในสินแร่สังกะสี ตะกั่ว หรือทองแดง ฉะนั้นในการทำเหมืองสังกะสี จะได้แคดเมียมซึ่งเป็น ผลพลอยได้(by product) ปัจจุบันได้นำโลหะแคดเมียมมาใช้ในวัสดุแผ่นไฟฟ้าเป็นส่วนผสมของอัลลอยด์ใช้ในการทำนิเกิลแคดเมียม แบตเตอรี่ เป็นสารคงตัวในโพลีไวนิลคลอไรด์ ใช้ทำสีในพลาสติกและแก้ว เป็นส่วนผสมของอมัลกัม (amalgam) ที่ใช้ในร้านทันตกรรม ผลิตภัณฑ์ที่มีแคดเมียมเป็นส่วนประกอบถ้าให้ความร้อนเกินจุดหลอมเหลว (321 องศาเซลเซียส) จะเกิดควันของแคดเมียม (Cadmium fumes) การนำเอาแคดเมียมมาใช้ทำให้มีการปนเปื้อนของแคดเมียมในสิ่งแวดล้อม ทั้งในอากาศ น้ำ ดิน รวมทั้งในอาหารด้วย เมื่อมีมากๆ จะเกิดการสะสม โดยเฉพาะมนุษย์หรือสัตว์ ถ้ามีการสะสมของแคดเมียมในร่างกายมากอาจก่อให้เกิดพิษได้ โลหะแคดเมียมมีคุณสมบัติละลายได้ทั้งในกรดอินทรีย์ และกรดอนินทรีย์ เคยมีรายงานการระบาดพิษของแคดเมียม เนื่องจากการดื่มน้ำมะนาวในภาชนะที่ฉาบด้วยโลหะแคดเมียม ความเป็นกรดของน้ำมะนาวสามารถละลายแคดเมียมออกจากภาชนะจนทำให้มีแคดเมียมปนเปื้อนในน้ำมะนาว เป็นสาเหตุให้ผู้ดื่มล้มป่วยลง ฉะนั้นจึงควรระมัดระวังไม่ควรเก็บ หรือเตรียมอาหารที่มีน้ำส้ม หรือพวกน้ำผลไม้ในภาชนะหรือเครื่องครัวที่มีแคดเมียมเป็นส่วนผสม นอกจากนี้ยังมีเหตุการณ์ระบาดพิษของแคดเมียมในประเทศญี่ปุ่น เนื่องจากโรงผลิตแร่ทองแดง ตะกั่ว สังกะสี ได้ทิ้งกากแร่ที่มีแคดเมียมและโลหะอื่นๆ ปล่อยน้ำเสียปะปนกับน้ำธรรมชาติเข้าสู่ไร่นาที่ปลูกข้าว และพืชผักต่างๆ ทำให้มีแคดเมียมปนเปื้อนอยู่ในเมล็ดข้าวและอาหารเป็นเหตุให้แคดเมียมเข้าสู่ร่างกายเกิดอาการของโรคพิษแคดเมียม ผู้ป่วยพันกว่าคนที่ได้รับสารแคดเมียม จะมีอาการเจ็บปวดทรมาน โดยในระยะเริ่มต้นมีอาการปวดแขน ขา สะโพก เมื่อประคบ หรือแช่น้ำร้อนจะหาย บริเวณฟันที่ติดกับเหงือกจะมี

วงแหวนสีเหลืองเรียกว่า วงแหวนแคดเมียมระยะต่อมาจะมีการกระตุกตามข้อในร่างกาย เริ่มมีอาการปวดร้าวในระยะที่มีอาการรุนแรงมากขึ้นซึ่งระยะนี้ต้องใช้เวลาของการได้รับแคดเมียมสะสมนานถึง 20-30 ปี ผู้ป่วยจะเจ็บปวดมากทั่วร่างกายจนเดินไม่ไหวน้ำหนักของร่างกายจะกดกระดูกสันหลัง เรียกว่าโรคอิไต-อิไต (Itai-Itai disease ซึ่งแปลว่า โรคปวดเจ็บจนร้องโอ๊ยโอ๊ย) การสูดหายใจเอา ไอ หรือ ฝุ่น แคดเมียม (Cd) โดย ที่โรงงาอุตสาหกรรมได้ใช้แคดเมียมในการทำหม้อแบตเตอรี่อัลคาไลน์ โลหะผสมสี และพลาสติก ตลอดจนใช้เป็นยาฆ่าแมลง การหลอมโลหะ เช่น หลอมตะกั่วทองแดงและสังกะสีจะมี ฝุ่นไอของ แคดเมียม ฟุ้งกระจายในรูปของไอควัน (Cadmium Oxide fume) เป็นอันตรายแก่คนงานในโรงงานนั้นๆ ได้

แคดเมียมสามารถเข้าสู่ร่างกายได้ 2 ทางคือ ทางปากโดยการกินอาหารที่มีการปนเปื้อนของแคดเมียม ซึ่งจะมีผลทำให้เกิดอาการคลื่นไส้ อาเจียน และท้องร่วงมีอาการเหมือนอาหารเป็นพิษ และทางจมูกโดยการหายใจในรูปของฝุ่นหรือควันซึ่งเมื่อร่างกายได้รับแคดเมียมเข้าไปแล้ว จะแสดงอาการพิษเฉียบพลัน คือ เกิดอาการระคายเคืองต่อระบบทางเดินหายใจทำให้เกิดอาการ ไอ เจ็บหน้าอก เหงื่อออกและสั่น แล้วถ้าได้รับรับแคดเมียมอยู่เป็นประจำ เมื่อแคดเมียม เข้าสู่ระบบไหลเวียนของโลหิตแล้วก็จะไปทำลายปอดทำให้ปอดบวม ทำลายตับและไต แคดเมียมส่วนหนึ่งจะไปเคลือบอยู่ตามเหงือกและคอฟัน ซึ่งล้างไม่ออก อาการเรื้อรังของโรคแพ้พิษสารแคดเมียมมีอาการเจ็บหัวเข่าและปวดตามกระดูกทั่วร่างกายมี ปัสสาวะสีขาวข้นเนื่องจากไตถูกทำลาย ปริมาณปัสสาวะและเลือดผู้ป่วยเปลี่ยนไป กระดูกจะเปราะมากเพราะว่าแคลเซียมในกระดูกถูกทำลาย

2.2งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

รัตนา มหาชัย (2530) การทำอะโนดิกสตริปปิงโวลแทมเมตรีมี 2 ขั้นตอนใหญ่คือ สารที่ต้องการวิเคราะห์มักจะถูกรีดิวซ์ ในขั้นดิโพซิชันที่ขั้วไฟฟ้าทำงานโดยใช้ศักย์แคโทดิกสารที่เกาะอยู่ที่ผิวของขั้วไฟฟ้านั้น แล้วมักจะถูกออกซิไดส์ (เกิดออกซิเดชัน) ในขั้นสตริปปิงโดยใช้ศักย์เปลี่ยนแปลงไปทางแอโนดิก จึงเรียกเทคนิคนี้ว่า แอโนดิกสตริปปิงโวลแทมเมตรี ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในขั้นดิโพซิชันมีหลายรูปแบบขึ้นอยู่กับชนิดของสาร ชนิดของขั้วไฟฟ้าทำงานที่ใช้ แต่สามารถใช้ทฤษฎีเพลพิงอธิบายถึงกระบวนการและตัวแปรรวมถึงการเพิ่มประสิทธิภาพการวัดกระแส

พรศักดิ์ เราพัฒนานนท์ และชัยวัฒน์ หาญสัมฤทธิศักดิ์ (2530) ได้ทำการ หาปริมาณโลหะหนักในเครื่องดื่มโดยวิธีดิฟเฟอเรนเชียลพัลส์โวลแทมเมตรี ในการหาปริมาณแคดเมียม ทองแดง และตะกั่วโดยตรงจากเครื่องดื่ม โคคาโคลา และเปปซี่ (สุ่มมาจากผลิตภัณฑ์ในรูปขวดและแคน) ได้ทำการวิเคราะห์โดยเทคนิคดิฟเฟอเรนเชียลพัลส์อะโนดิกสตริปปิงโวลแทมเมตรี โดยใช้เทคนิคการเติมสารละลายมาตรฐาน จากผลการวิเคราะห์

ปริมาณแคดเมียมและตะกั่ว (ตรวจไม่พบและ 2.9 – 17.4 ppb สำหรับแคดเมียมและตะกั่ว ตามลำดับ พบว่ามีระดับโลหะที่เป็นพิษนี้ในผลิตภัณฑ์ประเภทโคคาโคลาค่อนข้างต่ำ เมื่อเปรียบเทียบปริมาณที่กำหนดไว้ในเครื่องดื่ม และพบว่าเทคนิคนี้ไม่เหมาะสำหรับการวิเคราะห์หาปริมาณทองแดงในตัวอย่างเหล่านี้

จินตนา สุวรรณรัตน์ (2532) ได้ทำการวิเคราะห์หาปริมาณตะกั่วในนมข้นและนมผง โดยวิธีอะโนดิกสตริปปิงโวลแทมเมตรี การศึกษาปริมาณตะกั่วซึ่งอยู่ในนมข้นและนมผง โดยใช้เทคนิคอะโนดิกสตริปปิงโวลแทมเมตรี โดยไม่ต้องผ่านการย่อยสลายตัวอย่างได้ทำโดยการเติมสารรีเอเจนท์ผสมและกรดไนตริกลงในน้ำนมให้มี พีเอช ประมาณ 1 เพื่อให้ตะกั่วถูกปล่อยออกจากนมในลักษณะไอออนตะกั่วอิสระ สำหรับที่จะหาปริมาณโดยเทคนิคอะโนดิกสตริปปิงโวลแทมเมตรีด้วยวิธีสแตนดาร์ด แอดดิชัน จากการวิเคราะห์ด้วยวิธีนี้ พบว่าสามารถหาปริมาณตะกั่วในหน่วยไมโครกรัมต่อมิลลิกรัม

ทิพยวัลย์ คำเหมือง และวิรัช ว่องพัฒนากุล (2535) ทำการวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนักในเนื้อสัตว์จากจังหวัดขอนแก่น ได้โดยทำการวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนัก 6 ชนิด คือ โครเมียม ทองแดง เหล็ก แมงกานีส ตะกั่ว และสังกะสี โดยอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโทรโฟโตเมตรี โดยได้ทดลองในเนื้อสัตว์ 5 ชนิด คือ กระต่าย ไก่ ควาย วัว และหมู จากตลาดสดในตัวเมือง จังหวัดขอนแก่น ผลการวิเคราะห์กล่าวได้ว่า โลหะหนักที่พบมากที่สุด คือ เหล็ก รองลงมาคือทองแดงและสังกะสี สำหรับ โครเมียมและสังกะสีพบในปริมาณน้อย สำหรับแคดเมียมและแมงกานีสตรวจวิเคราะห์ไม่พบ

จารวี เอียดสุข (2541) ได้ทำการศึกษาการสะสมของโลหะหนัก ในเนื้อปลานิลที่เลี้ยงในบ่อบำบัดน้ำเสีย เทศบาลเมืองเพชรบุรี ทำการเลี้ยงปลานิลในกระชังในบ่อบำบัดน้ำเสียจำนวน 5 บ่อ ระยะเวลาทดลอง 180 วัน โดยตรวจวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักในเนื้อปลานิลก่อนปล่อยปลาลงเลี้ยง และหลังจากที่เลี้ยงปลาเป็นระยะเวลา 60, 120 และ 180 วัน ตรวจหาโลหะหนัก 6 ชนิด ได้แก่ ปรอท ตะกั่ว แคดเมียม นิกเกิล โครเมียม และอาร์เซนิก ผลการศึกษาพบว่าปริมาณของปรอท มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ น้อยกว่า 0.02 ppm ส่วนนิกเกิลมีค่ามากที่สุด คือ 1.75 ppm รองลงมาคือ โครเมียม ตะกั่ว แคดเมียม และอาร์เซนิก ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.17 น้อยกว่า 0.05 , 0.47 และ 0.25 ppm ตามลำดับ

อภิญญา อินทรโชติ และ อัญชลี สำเภา (2539 : บทคัดย่อ) วิเคราะห์ปริมาณแคดเมียม โครเมียม ทองแดง ตะกั่ว และปรอท ในเนื้อสัตว์ทะเลจำนวน 30 ชนิด ซึ่งสุ่มจากสะพานปลาเขาสามมุกและสะพานปลาอ่างศิลา จ. ชลบุรี และตลาดปากน้ำ จ. สมุทรปราการ โดยทำการวิเคราะห์หาปริมาณ แคดเมียม โครเมียม ทองแดง และตะกั่ว ด้วยเทคนิค flame atomic absorption ส่วนปรอทวิเคราะห์ด้วยเทคนิค cold vapor generator จากการวิเคราะห์พบปริมาณโลหะที่ระดับความเชื่อมั่น (90 % confidence level) ในหน่วย µg/g wet weight อยู่ในช่วงต่าง ๆ

มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา RAJABHAT MAHAPRAKHAM UNIVERSITY

ดังนี้ แคดเมียม ND ถึง1.2390 ± 0.3552 โครเมียม ND ถึง 0.7776 ± 0.4744 ทองแดง ND ถึง 7.1024 ± 0.7893 ตะกั่ว ND ถึง4.5322 ± 0.1620 และปรอท 0.0113 ±0.0074 ถึง 0.1154 ± 0.0022 เมื่อเปรียบเทียบค่าที่วิเคราะห์ได้กับค่ามาตรฐาน พบว่าสัตว์ทะเล 4 ชนิด ได้แก่ กุ้งปล้อง ปลาน้ำดอกไม้ ปลากระเบน และปลาโอลาย มีปริมาณโครเมียมเกินกำหนดมาตรฐานของกระทรวงสาธารณสุขของสหรัฐอเมริกา (อนุญาตให้มีไม่เกิน 0.50 ppm) จึงเป็นเครื่องชี้ให้เห็นแนวโน้มของการสะสมโลหะหนักในสัตว์ทะเลซึ่งนับวันจะมีมากขึ้นและก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภค

แววตา ทองระอา , นิรัญ สุภาผล และตติยะ สีหร่าย (2535 : บทคัดย่อ) ศึกษาปริมาณโลหะตะกั่ว แคดเมียม สังกะสี และทองแดงในเนื้อเยื่อส่วนต่าง ๆ ได้แก่ กล้ามเนื้อ ตับ เหงือก และระบบทางเดินอาหารของปลาทะเลที่มีคุณค่าเศรษฐกิจจำนวน 6 ชนิด รวม 72 ตัวอย่าง จากสะพานปลาคลองสังเขป จังหวัดชลบุรี ซึ่งเก็บตัวอย่างในระหว่างเดือนกรกฎาคมถึงเดือนกันยายน 2530 พบว่า ตับมีการสะสมของโลหะหนักเกือบทุกชนิดสูงที่สุดและกล้ามเนื้อมีการสะสมโลหะหนักน้อยที่สุดในโลหะหนักทั้ง 4 ชนิด พบว่า สังกะสี มีปริมาณการสะสมของโลหะหนักสูงที่สุดในเนื้อเยื่อส่วนต่างๆ ของปลาทะเลอย่างไรก็ตามปริมาณโลหะหนักชนิดต่างๆ ในส่วนของกล้ามเนื้อปลายังคงอยู่ในระดับที่ปลอดภัยสำหรับการบริโภค

กรรณิการ์ ภูมิประหมัน และ อุราภรณ์ คูนาเอก (2541 : บทคัดย่อ) วิเคราะห์หาปริมาณเหล็ก แคลเซียม และแมกนีเซียมในผักพื้นเมืองอีสาน ที่มีจำหน่ายในเขตจังหวัดมหาสารคามและจังหวัดกาฬสินธุ์ จำนวน 20 ชนิด โดยผักแต่ละชนิดจะซื้อจากร้านขายผักในตลาดจำนวน 5 ร้าน และนำส่วนที่นิยมบริโภคมาวิเคราะห์ คือ ใบ และผล นำมาทดลอง 3 ซ้ำ ในแต่ละตัวอย่าง ซึ่งในการย่อยสลายตัวอย่างจะใช้วิธี Dry ashing แล้วนำสารละลายตัวอย่างไปวิเคราะห์หาปริมาณโดยใช้เทคนิค Atomic Absorption Spectrophotometry จากการวิเคราะห์พบว่า ในผักตัวอย่างมีปริมาณเหล็ก แคลเซียม และแมกนีเซียม เฉลี่ยอยู่ในช่วง 1.77 – 139.13 , 39.99 – 3501.93 และ 13.33 – 596.51 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ตามลำดับ

พวงลดา วงศ์กมลาไสย และ ศิราณี จันทรัตน์ (2540 : บทคัดย่อ) วิเคราะห์หาปริมาณโลหะทองแดง แคดเมียม ตะกั่ว และแมงกานีสในปลาน้ำจืด ได้แก่ ปลาตะเพียน ปลากราย และปลาเนื้ออ่อน บริเวณลำน้ำชี จังหวัดมหาสารคาม โดยใช้เทคนิคอะตอมมิคแอบซอร์พชันสเปกโตรโฟโตเมตรีหลังจากย่อยสลายตัวอย่างด้วย $H_2O_2 : HNO_3$ อัตราส่วน 2 : 1 โดยปริมาตร พบว่าในปลาตัวอย่างมีปริมาณเฉลี่ยของโลหะทองแดง แคดเมียม ตะกั่ว และแมงกานีส มีค่าเท่ากับ 1.49 , 0.19 , 1.54 และ1.07 ไมโครกรัมต่อกรัม ตามลำดับ ซึ่งปริมาณสะสมของโลหะตะกั่วมีค่าสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน ส่วนโลหะทองแดง แคดเมียม และแมงกานีส มีปริมาณมีค่าต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน และอยู่ในระดับปลอดภัยสำหรับผู้บริโภค

ปราณี อินประโคน (2530 : บทคัดย่อ) สแควเวฟ :โวลแทมเมตรี (Square wave voltammetry) เรียกย่อ ๆ ว่า (SWV) เป็นเทคนิคทางพัลส์โวลแทมเมตรี ซึ่งอาศัยหลักการให้ศักย์

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

เข้าไปในขั้วไฟฟ้า ทำให้สารเกิดปฏิกิริยาให้กระแสออกมา กระแสนี้จะเป็นสัดส่วนกับความเข้มข้นของสารที่ต้องการวิเคราะห์ รูปแบบการให้ศักย์ของ SWV นั้นจะอยู่ในรูป SW เข้าไปพร้อมกับศักย์ staircase ทำให้เกิดการรวมของศักย์อยู่ในช่วงที่เหมาะสม แล้วเลือกวัดกระแสเป็นผลต่างของกระแสแคทโธดิก (Cathodic current) กับกระแสแอโนดิก (Anodic current) ได้โวลแทมโมแกรมออกมาเป็นพีคที่สมมาตร ขีดจำกัดต่ำสุดของการวิเคราะห์ (detection limit = 10^{-8}) ซึ่งเท่ากับ DPP แต่มีข้อดีกว่า คือเป็นเทคนิคที่ทำการทดลองได้รวดเร็วมาก และสามารถใช้ศึกษาจลนศาสตร์ที่ผิวอิเลคโตรดได้ ใช้ประโยชน์ในการเป็นเครื่องวัดสัญญาณที่มีความว่องไวสูง และใช้วิเคราะห์หาปริมาณสารอินทรีย์ได้โดยตรง

ชยาคมน์ ปุริมศักดิ์ (2545 : บทคัดย่อ) ศึกษาสภาวะที่เหมาะสม สำหรับการวิเคราะห์หาปริมาณ แอนทิโมนี ทองแดง และตะกั่ว ด้วยดิฟเฟอร์เรนเชียลพัลส์แอโนดิกสตริพพิงโวลแทมเมตรี โดยใช้อิเล็กโทรดแบบหยดปรอทชนิดแขวน เปรียบเทียบกับอิเล็กโทรดแบบกลาสซีคาร์บอนในอิเล็กโตรไลท์สนับสนุนสามชนิด (0.1 M CH_3COOH , 0.1 M KNO_3 และ acetate buffer pH 3.4) ผลการศึกษาพบว่า เมื่อให้ศักย์ที่ –800 mv และเวลาในการเกาะ 180 วินาที อิเล็กโทรดแบบหยดปรอทชนิดแขวน ให้สตริพพิงโวลแทมโมแกรมที่สามารถแยกพีคของโลหะไอออนทั้งสามชนิดออกจากกันได้ชัดเจนในสองอิเล็กโตรไลท์สนับสนุน คือ 0.1 M KNO_3 และacetate buffer pH 3.4 ขณะที่อิเล็กโทรดแบบกลาสซีคาร์บอน ปรากฏพีคตะกั่วและทองแดงไอออน เพียงสองพีคเท่านั้นในสตริพพิงโวลแทมโมแกรม สำหรับการวิเคราะห์พร้อมกันของ แอนทิโมนี ทองแดง ตะกั่ว และเบเรียมไอออน พบว่าตะกั่วและแอนทิโมนีไอออน ให้ช่วงที่เป็นเส้นตรงอยู่ระหว่างความเข้มข้น 5 ppb ถึง30 ppb

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY