

บทที่ 2 ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิเคราะห์หาปริมาณตะกั่วในอาหารนั้นสามารถที่จะทำการวิเคราะห์ได้หลายวิธี เช่น วิธีอะตอมมิคแอบซอร์ปชันสเปกโทรเมตรี (Atomic Absorption Spectrometry) ซึ่งยังสามารถแบ่งเป็นแบบชนิดที่ใช้เปลวไฟ (Flame Atomic Absorption Spectrometry) และแบบชนิดที่ไม่ใช้เปลวไฟ (Flameless Atomic Absorption Spectrometry) นอกจากนี้ยังสามารถวัดได้โดยวิธีทางเคมีไฟฟ้า เช่น วิธีโพลารอกราฟี (Polarography) หรือวิธีทำให้เกิดเป็นสารประกอบที่มีสีแล้ววัดการดูดกลืนคลื่นแสง (Colourimetry Method) เป็นต้น

ชูชัย สุภวงค์, สมศักดิ์ ชุณหรัศมิ์และยุวดี คาคการณ์ไกล (2539) ได้รายงานว่าการวิเคราะห์สถานะการสุขาภิบาลอาหาร ในสถานประกอบการด้านอาหารทั่วประเทศ ปี พ.ศ. 2537 โดย กองสุขาภิบาลอาหาร กรมอนามัย พบว่าร้านอาหาร โรงอาหารในโรงเรียน ในตลาดสดและโรงครัวในโรงพยาบาล ที่มีการปรับปรุงคุณภาพได้ตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดนั้น มีเพียงร้อยละ 24.7, 9.36, 16.8 และ 34.4 ตามลำดับ

ศุภมาส ภัทรารัตน์, จิรายุ แส่นอาจหาญและอมรา วงศ์พุทธพิทักษ์ (2533) ได้ศึกษาถึงปริมาณแร่ธาตุที่จำเป็นและโลหะเป็นพิษที่ร่างกายได้รับจากการบริโภคอาหารประจำวัน โดยศึกษาปริมาณแร่ธาตุและโลหะ 10 ชนิดในตัวอย่างอาหาร 12 กลุ่ม ผลการศึกษาพบว่า ปริมาณเหล็ก ทองแดง สังกะสี แมงกานีส แคลเซียม แมกนีเซียม โซเดียม โพแทสเซียม ตะกั่ว และแคดเมียมที่ร่างกายได้รับจากอาหารประจำวันมีค่า 9.76, 1.69, 6.99, 2.41, 280, 150, 1780, 850, 0.034 และ 0.021 มิลลิกรัมต่อวันตามลำดับ และพบว่าปริมาณโลหะเป็นพิษอยู่ในระดับปลอดภัยตามข้อกำหนดขององค์การอนามัยโลก

อมรา วงศ์พุทธพิทักษ์ (2537) ได้ทำการศึกษาการปนเปื้อนของอาหารไทยระหว่าง พ.ศ. 2530 - 2534 โดยรายงานว่าการปฏิบัติตามพระราชบัญญัติอาหาร พ.ศ. 2522 มีการกำหนดควบคุมปริมาณสิ่งปนเปื้อนในอาหารหลายประเภท ได้มีการรวบรวมผลการสำรวจวิจัย การติดตามตรวจสอบปนเปื้อนจากสิ่งแวดล้อม ที่สำคัญจากหน่วยราชการไทย ในช่วงแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 6 (พ.ศ. 2530 - พ.ศ. 2534) ซึ่งการศึกษาในด้านเคมี พบว่าในอาหารทะเล มีการปนเปื้อนของปรอทและแคดเมียมมากกว่าอาหารอื่นๆ สำหรับตะกั่วที่เคยพบสูงมากในไข่เยี่ยวม้า หลังจากการปรับเปลี่ยนวิธีการผลิต ทำให้ปริมาณตะกั่วลดลงอยู่ในมาตรฐานที่กำหนด

Oi-wah Lau: et. al. (1985) ได้ทำการศึกษาการหาปริมาณโลหะปรอทในยาเม็ด (สำหรับยาจีน) โดยวิธีการทำให้เป็นไอ (Cold Vapour Atomic Absorption Spectrometry) โดยทำการเตรียม

ตัวอย่างโดยทำการย่อยตัวอย่างด้วยสารละลายของกรดไฮโดรคลอริก และสารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ แล้วทำการวัดปริมาณโลหะปรอทโดยวิธีการทำให้เป็นไอ และได้ทำการศึกษาผลที่ได้จากการสกัดแยกโลหะปรอท จากตัวอย่างยาโดยใช้สารละลายกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 0.1 โมลรวมกับกรดประเภทอื่นๆ จำนวนทั้งหมดสามอัตราส่วน พบว่าความถูกต้องของการวิเคราะห์มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานร้อยละ 3.2 มีเปอร์เซ็นต์การสกัดแบบย้อนกลับ (Percent Recovery) ร้อยละ 97

Brenda S. Sheppard, Douglas T. Heitkemper and Cynthia M. Gaston (1994) ได้ศึกษาการวิเคราะห์หาปริมาณ โลหะอาซินิก แคลเมียมและตะกั่วในอาหารทะเล โดยมีการเตรียมตัวอย่างโดยใช้ระบบไมโครเวฟ (Microwave Digestion) และวัดปริมาณโลหะเหล่านี้โดยเทคนิค ICP - MS (Inductively Coupled Plasma Atomic Emission and Mass Spectrometry) ได้ทำการศึกษาในตัวอย่างอาหารประเภทกุ้ง ปลา และหอย พบว่าการวิเคราะห์ให้ความถูกต้องในการวิเคราะห์ปริมาณโลหะอาซินิก ตะกั่วและแคลเมียม จากการวัดจำนวนซ้ำๆ จำนวน 10 ครั้ง ค่าเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 10.0, 0.067 และ 0.079 ไมโครกรัม/กรัมตามลำดับ โดยพบค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.1, 5.6 และ 2.5 % ตามลำดับ มีเปอร์เซ็นต์การสกัดแบบย้อนกลับ (Percent Recovery) อยู่ในช่วงร้อยละ 75 - 117

Mehmet Yaman and Seref Gucer (1995) ได้ทำการศึกษาปริมาณโลหะ แคลเมียมและตะกั่วในตัวอย่างผัก โดยวิธีการเตรียมตัวอย่างด้วยเทคนิค Activated - carbon Enrichment แล้ววัดปริมาณโลหะด้วยเทคนิค Atomic Absorption Spectrometry เทคนิคการเตรียมสารตัวอย่างจะใช้สารละลาย 8-Hydroxyquinoline หรือ Cupferron ที่ใช้เป็นสารที่ทำให้เกิดสารประกอบที่ค่าความเป็นกรด-ด่างที่ 4.8 และ 4.4 ความถูกต้องในการวิเคราะห์พบว่ามีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสำหรับการวิเคราะห์ปริมาณแคลเมียมมีค่า 2% ที่ความเข้มข้น 7.0 ไมโครกรัม/ลิตร และของปริมาณตะกั่วมีค่า 3% ที่ความเข้มข้น 70 ไมโครกรัม/ลิตร (ทำการวิเคราะห์ซ้ำๆ 12 ครั้ง) มีเปอร์เซ็นต์การสกัดแบบย้อนกลับ (Percent Recovery) สำหรับโลหะแคลเมียมและตะกั่วมีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 100 - 107 และ 96 - 106 ตามลำดับ ประสิทธิภาพของวิธีวิเคราะห์สามารถวิเคราะห์ปริมาณต่ำสุดของปริมาณโลหะแคลเมียมและตะกั่ว มีค่าเท่ากับ 0.06 และ 0.48 นาโนกรัม/กรัมของตัวอย่างที่วิเคราะห์ตามลำดับ

Kathryn Lamble and Steve J. Hill (1995) ได้ทำการศึกษาตัวอย่าง Trace Metal ในตัวอย่างใบชา โดยใช้การย่อยตัวอย่างแบบไมโครเวฟ และวิเคราะห์ปริมาณโลหะโดยเทคนิค ICP (Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometry) ในการย่อยสารตัวอย่างใช้กรดไนตริกผสมกับกรดเปอร์คลอริก ใช้เวลาประมาณ 35 นาทีต่อตัวอย่าง ซึ่งเร็วกว่าการเตรียมตัวอย่างชนิดที่ให้ความร้อนด้วยเตาความร้อน ที่ต้องใช้เวลาในการเตรียมตัวอย่างถึง 120 นาทีต่อตัวอย่าง มีการศึกษาหาปริมาณโลหะ อะลูมิเนียม แบเรียม แคลเซียม คอปเปอร์ แมกนีเซียม แมงกานีสและทองแดง

P. Y. T. Chow; et. al. (1995) ได้ทำการศึกษาหาปริมาณโลหะตะกั่ว ทองแดงและปรอทในตัวอย่างยาแผนโบราณของจีน (Traditional Chinese Medicines) โดยใช้เทคนิค Atomic Absorption Spectrometry กระบวนการเตรียมตัวอย่างใช้การย่อยด้วยสารละลายกรดไนตริกเข้มข้น 10 % ปริมาตร/ปริมาตร ใช้เวลาในการย่อยสารตัวอย่างที่เหมาะสมจะใช้เวลา 3 ชั่วโมง พบว่าประสิทธิภาพของวิธีการวิเคราะห์มีค่าเปอร์เซ็นต์การสกัดย้อนกลับ (Percent Recovery) ของโลหะทั้งสามตัวมีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 94 - 110 ปริมาณต่ำสุดที่จะสามารถวิเคราะห์ปริมาณโลหะได้มีค่าเท่ากับ 4 ไมโครกรัม/กรัม สำหรับโลหะตะกั่ว 0.2 ไมโครกรัม/กรัม สำหรับโลหะทองแดง และ 0.03 ไมโครกรัม/กรัม สำหรับโลหะปรอท ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานในการวิเคราะห์ปริมาณโลหะตะกั่ว ทองแดงและปรอท มีค่าเท่ากับร้อยละ 0.7, 0.7 และ 6.5 ตามลำดับ

V. I. Slaveykova and M. Hoenig (1997) ได้ทำการศึกษาหาปริมาณโลหะตะกั่วและดีบุกในตัวอย่างซีเมนต์ และใช้เทคนิค Electrothermal Atomic Absorption Spectrometric ได้ศึกษาการใช้สารลดการรบกวนการวิเคราะห์ (Chemical Modifier) โดยใช้สารประกอบของทั้งสแตน แมกนีเซียม พาราเดียม เออร์วีเดียมและฟอสเฟต ซึ่งพบว่าสารลดการรบกวนการวิเคราะห์ที่ให้ผลการวิเคราะห์ดีที่สุดคือสารประกอบผสมระหว่างเออร์วีเดียมและแมกนีเซียม พบเปอร์เซ็นต์การสกัดแบบย้อนกลับ (Percent Recovery) สำหรับโลหะดีบุกและตะกั่วมีค่าร้อยละ 91.8 - 101.0 และ 95.2 - 102 ตามลำดับ ปริมาณต่ำสุดที่สามารถวิเคราะห์ปริมาณโลหะตะกั่วและดีบุกมีค่าเท่ากับ 7 ไมโครกรัม/กิโลกรัม และ 9 ไมโครกรัม/กิโลกรัม ตามลำดับ

Jerzy Mierzwa, Samuel B. Adeleju and Harkirat S. Dhindsa (1997) ได้ทำการศึกษาหาปริมาณอาซีนิกในยาสูบโดยเทคนิค Hydride Generation Atomic Absorption Spectrometric ทำการย่อยสารตัวอย่างด้วยสารละลายกรดไนตริก มีประสิทธิภาพในการสกัดแบบย้อนกลับ (Percent Recovery) ในช่วงร้อยละ 93 - 94 ใช้สารละลาย L-Cysteine เป็นสารละลายที่ทำหน้าที่รีดักชันสารละลายตัวอย่างที่ทำการย่อยโดยใช้คลื่นไมโครเวฟ สามารถวิเคราะห์สารมาตรฐานอาซีนิกในช่วงความเข้มข้น 0.5 - 0.9 มิลลิกรัม/กิโลกรัม มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานร้อยละ 7.6 พบว่าปัจจัยที่มีผลต่อความถูกต้องของการวิเคราะห์คือ ความเป็นเนื้อเดียวกันของสารตัวอย่าง (Homogeneity) และขนาดของการเตรียมสารตัวอย่าง (Particle Size) ในการวิเคราะห์

Eugene J. Gawalko: et. al. (1997) ได้ทำการศึกษาปริมาณโลหะแคดเมียม ทองแดง ตะกั่ว และซีลีเนียม ในตัวอย่างธัญพืชโดยใช้เทคนิค Graphite Furnace Atomic Absorption Spectrometry และใช้ระบบการปรับความถูกต้องการวิเคราะห์แบบ Zeeman Background Correction สารตัวอย่างจะถูกย่อยด้วยสารละลายกรดไนตริกปริมาณ 6 ลูกบาศก์เซนติเมตร ใช้เวลาในการย่อยสารตัวอย่างประมาณ 1 ชั่วโมง ค่าประสิทธิภาพในการสกัดแบบย้อนกลับ (Percent Recovery) ของโลหะทั้งสี่มีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 90 - 110 พบว่าปริมาณต่ำสุดที่สามารถวิเคราะห์ได้สำหรับโลหะ

แคดเมียม ทองแดง ตะกั่วและซีลีเนียมมีค่าเท่ากับ 0.1 ไมโครกรัม/ลิตร, 1.0 ไมโครกรัม/ลิตร, 0.5 ไมโครกรัม/ลิตรและ 0.5 ไมโครกรัม/ลิตร ตามลำดับ

2.2 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมปริมาณตะกั่วในตัวอย่างอาหารที่ทำการศึกษา

ตารางที่ 2.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมปริมาณตะกั่วในตัวอย่างอาหารที่ทำการศึกษา

ตัวอย่างอาหาร	มาตรฐานอุตสาหกรรม	มาตรฐานปริมาณตะกั่ว
เคตช์อัพมะเขือเทศ	มาตรฐานอุตสาหกรรม มอก. 392-2529	ปริมาณสูงสุดที่ยอมให้มีได้ไม่เกิน 2 มิลลิกรัม/กิโลกรัม
กุ้งแห้ง	มาตรฐานอุตสาหกรรม มอก. 1003-2533	ปริมาณสูงสุดที่ยอมให้มีได้ไม่เกิน 1 มิลลิกรัม/กิโลกรัม
เต้าหู้หลอด	มาตรฐานอุตสาหกรรม มอก. 1004-2533	ปริมาณสูงสุดที่ยอมให้มีได้ไม่เกิน 0.5 มิลลิกรัม/กิโลกรัม
ก๊วยเตี๋ยว	มาตรฐานอุตสาหกรรม มอก. 959-2533	ไม่ได้กำหนดปริมาณตะกั่ว ในมาตรฐานอุตสาหกรรม
เส้นหมี่กึ่งสำเร็จรูป	มาตรฐานอุตสาหกรรม มอก. 694-2530	ไม่ได้กำหนดปริมาณตะกั่ว ในมาตรฐานอุตสาหกรรม
ลูกชิ้นเนื้อวัว ลูกชิ้นหมู ลูกชิ้น ไก่	มาตรฐานอุตสาหกรรม มอก. 10091-2533	ไม่ได้กำหนดปริมาณตะกั่ว ในมาตรฐานอุตสาหกรรม