

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ปัญหาเรื่องพิษตะกั่ว

ปัญหาเรื่องมลพิษ สารพิษ และโลหะหนัก เป็นปัญหาที่สำคัญ โดยเฉพาะปัญหาเรื่องพิษตะกั่วซึ่งเป็นโลหะหนักชนิดหนึ่งที่เกิดโรค ในประเทศไทยมีรายงานการเกิดโรคพิษตะกั่วตั้งแต่ปี พ.ศ. 2495

ปัจจุบันประเทศไทยมีการพัฒนาทางด้านเศรษฐกิจ สังคม และอุตสาหกรรมอย่างกว้างขวางและรวดเร็ว จึงมีการแสวงหาและใช้ทรัพยากรธรรมชาติเพิ่มมากขึ้น มีการนำเทคโนโลยีที่ทันสมัยมาใช้ ซึ่งผลจากการพัฒนาทำให้มีการทำลายทรัพยากรธรรมชาติเพิ่มมากขึ้น เกิดการปนเปื้อนและสะสมของสารพิษทั้งในสิ่งแวดล้อมและในสิ่งมีชีวิต ทำให้เกิดภาวะพิษขึ้นได้ทั้งกับกลุ่มประชาชนในภาคอุตสาหกรรมและประชาชนทั่วไป

กรณีปัญหาโรคพิษตะกั่วที่ห้วยคลิตี้ จ.กาญจนบุรี ชาวบ้านได้รับผลกระทบจากโรงงานแต่งแร่คลิตี้ล่างของบริษัทตะกั่ว คอนเซนเตรตส์ (ประเทศไทย) จำกัด ซึ่งตั้งอยู่บริเวณหมู่ที่ 3 ตำบลนาสวน อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี ห่างจากแนวเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าทุ่งใหญ่นเรศวรเพียง 6 กิโลเมตร ปล่องน้ำทางแร่ตะกั่วความเข้มข้นสูงลงสู่ลำห้วยคลิตี้ เป็นปัญหาเรื้อรังซึ่งใช้เวลามากกว่า 3 ปีแล้ว ไม่สามารถจะหาข้อสรุปในการแก้ปัญหาได้ กรณีห้วยคลิตี้เป็นเพียงตัวอย่างหนึ่งที่เห็นชัดเจนถึงผลกระทบของโลหะหนักจากโรงงานอุตสาหกรรม ยังมีพื้นที่ที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดปัญหาเหล่านี้อีกเป็นจำนวนมากที่ยังไม่ปรากฏผลให้เด่นชัด

ประชาชนทั่วไปมีโอกาสที่จะเกิดโรคพิษตะกั่วได้จากการสัมผัสสารตะกั่วที่ปนเปื้อนในอาหาร น้ำดื่ม และในบรรยากาศรอบ ๆ ตัว ทำให้เกิดปัญหาเกี่ยวกับสุขภาพอนามัยทั้งส่วนบุคคลและส่วนรวมขยายเป็นวงกว้าง

การพัฒนาประเทศทุกด้านนั้น สิ่งสำคัญคือการทำให้คุณภาพชีวิตของประชาชนดีขึ้น หากประชาชนประสบปัญหาด้านสุขภาพเพราะการได้รับสารพิษจากโลหะหนักต่างๆ โดยเฉพาะสารตะกั่ว การพัฒนาประเทศอาจจะประสบกับอุปสรรคอย่างคาดไม่ถึง รัฐบาลจึงควรใส่ใจเกี่ยวกับปัญหาดังกล่าว

การแก้ปัญหาอาจทำได้ด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น รัฐบาลควรออกกฎหมายและกฎข้อบังคับที่เหมาะสม เพื่อให้การป้องกันและควบคุมโรคพิษตะกั่วเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ควรประชาสัมพันธ์ให้ความรู้ที่ถูกต้องแก่ประชาชนในเรื่องพิษภัยของสารตะกั่วและให้ประชาชนทราบถึงวิธีการป้องกันมิให้ร่างกายได้รับสารตะกั่ว และวิธีการแก้ไขที่ถูกต้องและเป็นไปได้ในทาง

ด้วยเหตุดังกล่าวจึงเป็นหน้าที่ของหน่วยงานต่าง ๆ ทั้งภาครัฐและเอกชนที่จะต้องร่วมมือกันอย่างจริงจังในการดูแลสุขภาพอนามัยของประชาชนทั้งในภาคอุตสาหกรรมและทั่วไป

นอกจากนี้ควรจะได้มีการรักษาสภาพแวดล้อมทั้งในสถานประกอบการและในชุมชนทั่วไปให้อยู่ในระดับปลอดภัย รวมทั้งคุ้มครองผู้บริโภคให้ปลอดภัยจากการบริโภคอาหารที่ปนเปื้อนสารตะกั่ว ที่สำคัญประชาชนทุกคนควรตระหนักว่าสังคมจะพัฒนาอย่างยั่งยืนได้ต้องอาศัยความร่วมมือร่วมใจของประชาชน

ในปัจจุบันมีการนำตะกั่วมาใช้ในอุตสาหกรรมอย่างกว้างขวาง ทำให้จำนวนประชาชนในภาคอุตสาหกรรมที่มีโอกาสสัมผัสตะกั่วมีมากขึ้น อุตสาหกรรมเหล่านี้ ได้แก่

1. เหมืองแร่ตะกั่ว
2. การถลุงตะกั่ว
3. การทำแบตเตอรี่รถยนต์
4. อุตสาหกรรมสีต่าง ๆ เช่น สีทาบ้าน สีย้อมต่าง ๆ หมึกพิมพ์
5. อุตสาหกรรมเครื่องเคลือบดินเผาและกระเบื้อง
6. การบัดกรี
7. อุตสาหกรรมผลิตท่อ และแผ่นโลหะต่าง ๆ
8. อุตสาหกรรมน้ำมันปิโตรเลียม
9. ยาปราบศัตรูพืช

สำหรับประชาชนทั่วไปมีโอกาสสัมผัสตะกั่วได้จาก

1. มลพิษทางอากาศ ซึ่งมีสารตะกั่วปนเปื้อน ทั้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและจากควันท่อไอเสียของเครื่องยนต์ต่าง ๆ
2. มลพิษทางน้ำ ซึ่งได้รับสารตะกั่วมาจากการระบายน้ำทิ้งทั้งที่ปนเปื้อนตะกั่วจากโรงงานอุตสาหกรรม
3. อาหาร อาหารธรรมชาติที่ปนเปื้อนตะกั่ว เช่น พืชผักที่ปลูกในดินที่มีสารตะกั่ว อยู่ มาก ปลา หรือสัตว์น้ำอื่น ๆ ที่อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำที่มีปริมาณตะกั่วสูง น้ำนมมารดาที่มีปริมาณตะกั่วในเลือดสูง

อาหารที่ผ่านกรรมวิธีต่าง ๆ มีโอกาสสัมผัสกับตะกั่วและเกิดการปนเปื้อน เช่น นมสด ผ่านการฆ่าเชื้อโรค นมผง เป็นต้น

อาหารปรุงแต่งต่าง ๆ เช่น ไข่เยี่ยวม้า อาหารที่ใส่สีที่มีสารตะกั่วปนอยู่ เช่น กุ้งแห้ง กะปิ กุนเชียง ขนมหวาน ฯลฯ และอาหารกระป๋องบางชนิด

4. ตะกั่วที่ปนเปื้อนจากคนงานสู่คนที่อาศัยอยู่ในบ้านเรือนเดียวกัน
 5. ยาและเครื่องสำอางบางชนิด
 6. พฤติกรรมอื่น ๆ เช่น เคี้ยวตะกั่วให้กลมเพื่อทำเป็นลูกปัด กัดท่อนตะกั่วสำหรับตกปลา
- อย่างไรก็ตามในการดำรงชีวิตทั่วไป วันหนึ่ง ๆ มนุษย์บริโภคตะกั่วเข้าไปเสมอจากน้ำ และอาหารที่มีตะกั่วปนเปื้อนเล็กน้อย โดยประมาณว่าจะได้รับการกินอาหารและเครื่องดื่ม วันละ 0.3 มิลลิกรัม (กองอาชีวอนามัย 2535 : 6-7)

ผลของการที่ตะกั่วเข้าสู่ร่างกาย

ตะกั่วเป็นโลหะหนักที่มีอยู่ตามธรรมชาติ มีเลขอะตอม 82 และน้ำหนักอะตอม 207.19 มีจุดหลอมเหลวที่ 327.50°C และมีจุดเดือดที่ $1,740^{\circ}\text{C}$ ตะกั่วเป็นวัตถุมีพิษที่มีการใช้กันอย่างมากมายและกว้างขวาง ในวงการอุตสาหกรรม ประมาณการว่าปีหนึ่ง ๆ ทั่วโลกจะใช้ตะกั่วราว 3 ล้านตัน (Bockris 1977 : 430) โดย 2 ใน 3 ส่วนจะใช้ในรูปของโลหะ ที่เหลือจะใช้ในรูปของสารประกอบ

ตะกั่วที่ใช้ในวงการอุตสาหกรรมแบ่งออกเป็น 2 พวก คือ ตะกั่วอนินทรีย์ เช่น ออกไซด์ของตะกั่ว ใช้มากในโรงงานทำแบตเตอรี่ ทำสี ตะกั่วโครเมต ใช้ทำสีทาบ้าน และตะกั่วอินทรีย์ ได้แก่ ตะกั่วเตตระเมทิล ตะกั่วเตตระเอทิล ซึ่งเคยใช้ผสมในน้ำมันเบนซินเป็นสารที่ทำให้เครื่องยนต์เดินเรียบ ตะกั่วอินทรีย์ค่อนข้างจะเป็นพิษมากกว่าตะกั่วอนินทรีย์เพราะระเหยกระจายไปในอากาศได้ดี

ตะกั่วเข้าสู่ร่างกายได้ 3 ทาง คือ

1. ทางการหายใจ ถ้าหายใจเอาฝุ่นละออง ไอระเหยหรือควันตะกั่ว ซึ่งเป็นทางเข้าสู่ร่างกายอันดับแรกในผู้ป่วย ประกอบอาชีพสัมผัสตะกั่ว เช่น คนงานที่ทำงานในโรงงานหลอมตะกั่ว โรงงานแบตเตอรี่ โรงงานผลิตสี เป็นต้น

2. ทางปาก โดยพฤติกรรมนิสัยการกินไม่ถูกต้อง และตะกั่วที่ปนเปื้อนในอาหาร น้ำดื่ม หรือเจือปนในภาชนะ เด็กเป็นกลุ่มที่มีโอกาสได้รับอันตรายจากตะกั่วทางปากสูงมาก เนื่องจากเด็กทารกชอบหยิบของใส่ปากเสมอทำให้วัตถุที่มีสารตะกั่วปนเปื้อนถูกดูดซึมเข้าสู่ร่างกายเด็กเหล่านั้น

3. ทางผิวหนัง โดยสารตะกั่วที่ปนเปื้อนหรือผสมอยู่ในสีทาบ้าน สีทาของเล่นเด็ก ภาชนะเครื่องเคลือบเซรามิก ภาชนะบัดกรีหรือฝุ่นตะกั่วในอากาศที่สัมผัสผิวหนังและแพร่รอยถลอก (สุรพงษ์ อัมพวันวงษ์ 2543 : 8) ตะกั่วที่เข้าทางผิวหนังได้ง่าย คือ ตะกั่วอินทรีย์ เพราะสามารถละลายไขมันได้ เมื่อซึมผ่านผิวหนังแล้วก็จะเข้าสู่ระบบหมุนเวียนของโลหิตในร่างกาย (โยธิน เบญจวงษ์ 2539 : 2)

ตะกั่วที่ถูกดูดซึมเข้าสู่ร่างกาย ระยะเวลาจะอยู่ในสภาวะ lead diphosphate ซึ่งจะกระจายไปอยู่ที่เส้นผม และตามเนื้อเยื่อ เช่น สมอง ปอด ตับ ม้าม ไชกระดูก จากนั้นบางส่วนจะส่งผ่านไปสะสม ที่กระดูกยาวในสภาวะ lead triphosphate ประมาณร้อยละ 30 ของตะกั่วในร่างกายจะเก็บไว้ที่เนื้อเยื่อ และอีกร้อยละ 70 จะอยู่ที่กระดูกยาว

การที่จะเกิดพิษตะกั่วหรือไม่ ขึ้นอยู่กับปริมาณสารตะกั่วที่สะสมในเนื้อเยื่อ นอกจากนี้ถ้าร่างกายมีภาวะ stress เกิดขึ้น เช่น มีไข้หรือภาวะไม่สมดุลย์ของกรดด่าง จะทำให้สารตะกั่วที่สะสมในกระดูกกลับออกมาสู่เนื้อเยื่อได้มากขึ้น ทำให้เกิดอาการพิษเฉียบพลันได้ (โยธิน เบญจวง 2539 : 1-2)

ตะกั่วเมื่อเข้าสู่ร่างกายทางปากจะถูกดูดซึมเข้าสู่ร่างกายที่ลำไส้ได้เพียงร้อยละ 10 ของสารตะกั่วทั้งหมด เด็กและทารกจะดูดซึมสารตะกั่วเข้าสู่ร่างกายได้สูงถึงร้อยละ 53 (กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ 2532 : 5) ถ้าเข้าทางลมหายใจประมาณร้อยละ 35 ของตะกั่วทั้งหมดที่ปนกับลมหายใจ จะถูกเก็บเข้าในปอด ตะกั่วจะถูกดูดซึมได้ทุกส่วนของทางเดินหายใจ ตั้งแต่จมูกจนถึงปลายสุดของถุงลมในปอด และปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูง ๆ จะทำให้ตะกั่วถูกดูดซึมทางปอดได้ดียิ่งขึ้น ส่วนตะกั่วที่เข้าไปกับอาหาร เมื่อผ่านไปถึงกระเพาะอาหารที่มีกรดไฮโดรคลอริกอยู่ ตะกั่วจะละลายได้มากขึ้น กลายเป็นเกลือตะกั่วคลอไรด์ ซึ่งละลายได้ดี และถูกดูดซึมเข้าสู่ลำไส้

เมื่อตะกั่วเข้าสู่ร่างกายโดยวิธีใดก็ตาม หากมีมากถึงขีดอันตรายก็จะแสดงอาการให้ปรากฏทั้งในเด็กและในผู้ใหญ่ เรียกว่า โรคพิษตะกั่ว ซึ่งหมายถึง โรคอันเกิดจากการได้รับสารตะกั่วหรือสารประกอบของตะกั่วเข้าสู่ร่างกายจนก่อให้เกิดอาการเป็นพิษขึ้น ดังนี้(กองอาชีวอนามัย 2535 : 13-15)

การตรวจวิเคราะห์เพื่อวินิจฉัยพิษจากตะกั่วจะใช้ข้อมูลระดับตะกั่วในเลือดเป็นตัวชี้ระดับพิษเรื้อรังได้ นับตั้งแต่ปี 2535 ศูนย์ควบคุมโรคแห่งสหรัฐอเมริกา ได้กำหนดเกณฑ์การวินิจฉัยโรคพิษตะกั่วที่ไม่ปรากฏอาการชัดเจนในเด็กเล็กไว้ว่า ตะกั่วในเลือดไม่ควรเกิน 10 ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร ซึ่งลดลงจากเกณฑ์ที่กำหนดไว้เดิมคือ 25 ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร เนื่องจากมีการศึกษาวิจัยพบว่าเด็กเล็กที่มีตะกั่วในเลือดเกินกว่า 10 ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร ทุก ๆ 1 ไมโครกรัมต่อเดซิลิตรที่เพิ่มขึ้นในเลือดจะทำให้ระดับสติปัญญา (ไอ.คิว ,IQ) ของเด็กด้อยลง 0.25 จุด ทั้งนี้ถ้ามีตะกั่ว 10-19 ไมโครกรัมต่อเดซิลิตรขึ้นไปต้องติดตามอย่างใกล้ชิด ระดับตะกั่วในเลือดและอาการที่ปรากฏแสดงในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ระดับตะกั่วในเลือดและอาการที่ปรากฏของศูนย์ควบคุมโรคแห่งสหรัฐอเมริกา

ระดับตะกั่วในเลือด (ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร)	อาการ
น้อยกว่าหรือเท่ากับ 5	ในระยะยาวเด็กจะเกิดผิดปกติเกี่ยวกับการรับฟัง การเจริญเติบโตทางกายอาจไม่สูงเท่าที่ควรจะเป็น
5-10	ในระยะยาวจะกระทบต่อระบบประสาทที่สมองส่วนกลางอย่างชัดเจน เด็กไม่ฉลาดเท่าที่ควร ค่าการตรวจไอ.คิว จะลดลงอย่างชัดเจนเมื่อเทียบกับเด็กกลุ่มที่มีระดับตะกั่วใกล้เคียงศูนย์
10-15	กระทรวงสาธารณสุขอเมริกาได้เสนอแนะว่าทั้งเด็กและสตรีมีครรภ์ไม่ควรจะมีตะกั่วเกิน 10 ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร หากเกินกว่านี้ถือว่าเป็นจิตอันตราย
12-15	มีปัญหาการได้ยิน การพูด ไอ.คิว. จะไม่สูงเท่าที่ควร เด็กในครรภ์มารดามักจะคลอดก่อนกำหนด และมีน้ำหนักตัวต่ำกว่าที่ควรจะเป็น และถ้าเด็กในช่วงวัยก่อน 2 ปี มี ไอ.คิว.ลดลงเพียง 4 คะแนน จะทำให้เมื่อโตขึ้นจะมีแนวโน้มการเป็นปัญญาอ่อนมากขึ้น 4 เท่า
20	เป็นระดับอันตรายต่อสุขภาพกายและใจ และยอมรับไม่ได้สำหรับวงการแพทย์อเมริกา เพราะได้มีการรวบรวมข้อมูลหาอันตรายของเด็กทั่วอเมริกาตั้งแต่ปี 2517-2523 พบว่า มีค่าเฉลี่ยของสารตะกั่วในเลือดเพียง 13.0 ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร แต่ก็ทำให้เกิดพิษต่อร่างกาย โดยเฉพาะระบบประสาทอย่างรุนแรง
25	อยู่ในภาวะอันตรายสุดขีด ต้องรับตัวไว้ในโรงพยาบาลเพื่อถอนพิษสารตะกั่วในเลือดทันที

ที่มา : โลกสีเขียว 2543 : 32

ในส่วนของการสาธารณสุขไทยได้กำหนดมาตรฐานระดับตะกั่วในเลือดของคนไทยในกรณีคนงานและประชาชนทั่วไปเท่ากัน คือ ในผู้ใหญ่ไม่เกิน 40 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในสตรีมีครรภ์และเด็กไม่เกิน 25 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร หากสูงกว่ามาตรฐานที่กำหนดจะต้องพบแพทย์และเฝ้าระวัง

ระดับตะกั่วในเลือดที่ต่ำกว่านี้แม้ไม่ทำให้เกิดอาการเป็นพิษ แต่มีอันตรายต่อสุขภาพร่างกายได้หลายระบบ ดังแสดงในตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 ระดับตะกั่วในเลือดและอันตรายที่มีต่อสุขภาพร่างกาย

ระดับตะกั่วในเลือด (ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร)	อันตรายที่มีต่อสุขภาพ
10-20	เริ่มยับยั้งการสร้างฮีโมโกลินแรก
15-20	ในหญิงมีครรภ์ทำให้เกิด neurological damage ต่อทารกได้
25	ยับยั้ง metabolic activation ของวิตามินดีที่ cell lining proximal tube ของไต เป็นจุดเริ่มต้นให้ไตพิการ มี progressive destruction ของ tubular cell
25-30	ยับยั้งการสร้างฮีโมโกลินที่สองต่อไปจะมีอาการซีด
30-40	ทำให้ motor nerve conduction velocity ช้าลง เป็นผลต่อระบบประสาทส่วนปลาย

ที่มา : กองอาชีวอนามัย 2535 : 47-48

การตรวจหาปริมาณสารตะกั่วในร่างกาย เพื่อให้ทราบถึงปริมาณสารตะกั่วที่สะสมอยู่ในร่างกายใช้การตรวจระดับตะกั่วในเลือดและปัสสาวะหรือตรวจปริมาณ delta-ALA (delta-aminolevulinic acid) และ coproporphyrin ในปัสสาวะโดยเทียบกับระดับมาตรฐานของบุคคลปกติ ดังแสดงในตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 ระดับปกติและระดับที่เป็นพิษของตะกั่วในเลือดและปัสสาวะ

	ระดับปกติ	ระดับเริ่มเป็นพิษ (ยังไม่แสดงอาการทางคลินิก)	ระดับแสดงอาการพิษ (แสดงอาการทางคลินิก)
ระดับตะกั่วในเลือด (ไมโครกรัมต่อ 100 มิลลิตร)	10-20	40	70
ระดับตะกั่วใน ปัสสาวะ (ไมโครกรัมต่อลิตร)	10-70	100	200-400
Coproporphyrin (ไมโครกรัม)	80 ต่อปริมาณ ปัสสาวะ 1 วัน	200 ต่อปัสสาวะ 1 ลิตร	600 ต่อปัสสาวะ 1 ลิตร
Delta-ALA (มิลลิกรัมต่อปริมาณ ปัสสาวะ 1 วัน)	2-3	5-10	10-20

ที่มา : กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ 2532 : 6

นอกจากนี้ยังปรากฏระดับตะกั่วในเลือดที่ทำให้เกิดความผิดปกติในร่างกายเด็กและผู้ใหญ่ ดังแสดงในตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 ระดับตะกั่วในเลือดที่ทำให้เกิดความผิดปกติในร่างกายเด็กและผู้ใหญ่

ระดับตะกั่วในเลือด (ไมโครกรัมต่อ เดซิลิตร)		ผลต่อสุขภาพ
>100	ผู้ใหญ่ :	เนื้อเยื่อในสมองเสื่อม
>80	ผู้ใหญ่ :	โรคโลหิตจาง
	เด็ก :	เนื้อเยื่อสมองเสื่อมและโรคไตเรื้อรัง
>70	ผู้ใหญ่ :	มีอาการเสื่อมของปลายประสาท
	เด็ก :	ท้องผูกและมีอาการอื่นของระบบทางเดินอาหาร
>60	ผู้ใหญ่ :	มีผลต่อระบบสืบพันธุ์ของหญิงและเป็นพิษต่อสมองส่วนกลาง
>50	ผู้ใหญ่ :	ลดการสร้างฮีโมโกลบิน การตอบสนองของประสาทลดลง การทำงานของอวัยวะสืบพันธุ์ชาย (testicular function) ลดลง และมีอาการของระบบทางเดินอาหาร
	เด็ก :	มีการเสื่อมของปลายประสาท
>40	ผู้ใหญ่ :	การทำงานของปลายประสาทลดลง ความดันโลหิตสูง และเป็นโรคไตเรื้อรัง
	เด็ก :	ลดการสังเคราะห์ฮีโมโกลบิน
>25	ผู้ใหญ่ :	ระดับโปรโตพอร์ไฟรินในเม็ดเลือดแดงของชายเพิ่มขึ้น
15-25	ผู้ใหญ่ :	ระดับโปรโตพอร์ไฟรินในเม็ดเลือดแดงของหญิงเพิ่มขึ้น
	เด็ก :	ลดพัฒนาการทางสมองและความเจริญเติบโตของร่างกาย
>10	ทารกในครรภ์ :	คลอดก่อนกำหนด ง่ายและเรียนรู้ช้า มีน้ำหนักตัวน้อยเมื่อคลอด

ที่มา : CDC Morbidity and Mortality Weekly Report, Vol.41 No.17, 1992

จากการศึกษาอาจประเมินได้ว่า ร่างกายมนุษย์สามารถรับตะกั่วได้จำนวนหนึ่ง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับอายุ และปัจจัยอื่น ๆ ในผู้ใหญ่อาจรับได้ถึง 465 ไมโครกรัมต่อวัน ซึ่งในการดำรงชีวิตประจำวันตามปกติประชาชนโดยทั่วไปจะได้รับตะกั่วจากอาหาร น้ำและอากาศ จึงมีการกำหนดมาตรฐานเพื่อป้องกันสารตะกั่วปนเปื้อนในอากาศ อาหารและน้ำ เพื่อความปลอดภัยขึ้นในหลายประเทศ รวมทั้งประเทศไทยด้วย ดังตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 ปริมาณตะกั่วที่ยอมให้มีปนเปื้อนในอากาศ น้ำ และอาหาร ของประเทศ
สหพันธ์สาธารณรัฐเยอรมัน

อากาศ	0.0001-0.03	มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร
น้ำบาดาล	0.000-0.006	มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์ลิตร
แม่น้ำลำคลอง	0.001-0.05	มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์ลิตร
เนื้อสัตว์	0.1-1.0	มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
น้ำมันวัว	0.02-0.05	มิลลิกรัมต่อลิตร
พืชผัก (นน.แห้ง)	0.1-10	มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

ที่มา : กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ 2532 : 4

ดังนั้นจะพบว่าปริมาณสารตะกั่วที่ประชาชนได้รับจากอาหารมีมากที่สุด โดยในแต่ละวันจะได้รับประมาณ 200-300 ไมโครกรัม ซึ่งเมื่อรวมกับปริมาณของสารตะกั่วที่ได้รับจากแหล่งต่าง ๆ แล้วจะมีค่าประมาณร้อยละ 80 ของจำนวนตะกั่วที่ร่างกายรับได้ และมีขอบเขตของความปลอดภัยประมาณร้อยละ 20

มาตรฐานองค์การอนามัยโลก กำหนดให้มีปริมาณตะกั่วในอาหารได้ไม่เกิน 425 ppb (part per billion) และจากการศึกษาของกรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข ระหว่างปี พ.ศ. 2538-2539 พบว่า ระดับตะกั่วในเลือดของคนไทยทั่วไปมีค่า 4.92 ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร

ไข่เยี่ยวม้า

ไข่เป็นอาหารช่วยเสริมสุขภาพของครอบครัว มีคุณค่าทางด้านโภชนาการหลายประการ คือ มีโปรตีนที่อุดมสมบูรณ์ มีไขมันที่เป็นประโยชน์ มีคาร์โบไฮเดรตบ้างเล็กน้อย ประกอบด้วยวิตามินและแร่ธาตุที่สำคัญ ซึ่งไม่ค่อยมีอยู่ในอาหารชนิดอื่น แต่มีอยู่ในไข่ในปริมาณที่พอดีกับความต้องการของร่างกาย คือ ฟอสฟอรัสและเหล็ก นอกจากนี้ไข่ยังเป็นอาหารที่ย่อยง่าย ถูกดูดซึมเอาไปใช้ประโยชน์ในร่างกายได้ง่าย และราคาถูก

ตารางที่ 2.6 สารประกอบในไข่แดง ไข่ขาว เปลือกไข่ และไข่ทั้งเปลือก

ส่วนของไข่	แต่ละส่วน (%)	โปรตีน (%)	ไขมัน (%)	สตาร์ช (%)	เถ้า (%)	น้ำ (%)
ไข่ขาว	58.0	9.7-10.6	0.3	0.4-0.9	0.5-0.6	88.0
ไข่แดง	31.0	15.7-16.6	31.8-35.5	0.2-1.0	1.1-2.0	48.0
เปลือก	11.0	1.0	-	-	99.0	1.0
ไข่ทั้งเปลือก	100.0	12.8-13.4	10.5-11.8	0.3-1.0	11.7	65.5-75.0

ที่มา : สิริ ชัยเสรี และคณะ 2540 : 234

มนุษย์รู้จักใช้ไข่เป็นอาหารมาตั้งแต่โบราณกาล ไข่ที่ซื้อขายเป็นสินค้ากันมากที่สุดในโลกคือไข่ไก่ รองลงมาคือไข่เป็ด ซึ่งมีขนาดของไข่ใกล้เคียงกัน นอกจากนี้ยังมีไข่นกกระทา จากการเลี้ยงนกกระทา(Quail)มาเพิ่มรายได้ให้กับเกษตรกรอีกด้วย ไข่นกกระทามีขนาดเล็กกว่าไข่เป็ดและไข่ไก่แต่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง ดังตารางที่ 2.7

ตารางที่ 2.7 ปริมาณสารอาหารในไข่ (ต่อ 100 กรัม)

ชนิดของไข่	พลังงาน (Kcal)	น้ำ	โปรตีน (กรัม)	ไขมัน	คาร์โบไฮเดรต	แคลเซียม	ฟอสฟอรัส	ไรโบฟลาวิน
ไข่ไก่	160	73.5	12.3	11.7	1.4	126	204	0.35
ไข่เป็ด	186	70.2	12.3	14.3	2.1	156	214	0.28
ไข่นกกระทา	171	71.2	13.3	12.0	2.4	153	167	0.71

ไข่นกกระทาที่ค้าขายกันในประเทศไทยได้มาจากนกกระทาพันธุ์ญี่ปุ่น (Japanese quail) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Coturnix coturnix Japonica* ผู้นำนกกระทาพันธุ์นี้เข้ามาในประเทศไทยคือ คุณรวม สง่าเมือง ในปีพ.ศ. 2498 ปัจจุบันมีฟาร์มนกกระทาทำการค้าอยู่ตามเขตปศุสัตว์ต่างๆ พอสมควร

ไข่ที่ใหม่สดคุณค่าทางอาหารของไข่จะสูงที่สุด เมื่อไข่ถูกเก็บไว้นานวัน คุณภาพของไข่จะลดลง จึงจำเป็นต้องหาวิธีที่เหมาะสมมาเก็บรักษาหรือชะลอการเสื่อมสภาพ ตัวอย่างของวิธีการต่างๆ เช่น แช่เย็น แช่เยือกแข็ง ไข่เค็ม ไข่เยี่ยวม้า ไข่ผง ฯลฯ โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อชะลอความเสียหายทางฟิสิกส์เคมี ป้องกันความสูญเสียที่เนื่องจากแบคทีเรีย และให้มีไข่ซื้อขายได้สม่ำเสมอตลอดปี

ไข่เยี่ยวม้า ในภาษาอังกฤษมีคำที่ใช้เรียกต่าง ๆ กัน คือ preserved egg , alkalized egg, preserved lime egg , thousand year old egg , Fermented egg , Chinese preserved egg และ pidan ส่วนในภาษาไทยตามพจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ.2525 ใช้ชื่อ ไข่เยี่ยวม้า และไข่สำเภา

ไข่เยี่ยวม้าเป็นผลิตภัณฑ์จากไข่ที่มีมานานมากกว่า 150 ปี โดยเริ่มจากชาวจีนแล้วแพร่หลายไปยังประเทศต่าง ๆ เช่น สหรัฐอเมริกา และ ไทย ฯลฯ เป็นต้น

ปัจจุบันมีผู้นิยมรับประทานไข่เยี่ยวม้ากันมากขึ้น โดยนำมาปรุงเป็นอาหารในรูปแบบต่าง ๆ ได้จำนวนมาก มีรสชาติอร่อย บำรุงร่างกาย บำรุงโลหิต ก่อให้เกิดกำลังและเจริญอาหาร รวมทั้งความเจริญทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งทำให้ไข่สดมีปริมาณมากขึ้นจนบางครั้งเกินปริมาณความต้องการของตลาด ราคาจึงตกต่ำ จึงมีการนำไข่สดนั้นมาทำเป็นผลิตภัณฑ์อาหารรับประทานในรูปแบบต่าง ๆ กัน เพื่อเก็บได้นานและยังคงคุณค่าทางอาหารอีกด้วย ไข่เยี่ยวม้าเป็นผลิตภัณฑ์จากไข่รูปแบบหนึ่งที่น่าสนใจ ดังนั้น จึงจำแนกประโยชน์ของไข่เยี่ยวม้าออกเป็น 2 ด้าน คือ ด้านเศรษฐกิจและด้านโภชนาการ

1. ด้านเศรษฐกิจ เมื่อมีผู้นิยมรับประทานไข่เยี่ยวม้ามากขึ้นจึงมีแนวโน้มในการผลิตไข่เยี่ยวม้าเพื่อเป็นสินค้าส่งไปขายยังที่ต่าง ๆ มากขึ้น และยังเป็นการช่วยเหลือเกษตรกรในกรณีที่มีไข่สดล้นตลาดทำให้ราคาไข่สดตกต่ำ ก็สามารถนำไข่สดมาเก็บรักษาในการทำเป็นไข่เยี่ยวม้าซึ่งสามารถเก็บไว้รับประทานและขายเป็นสินค้าได้เป็นการส่งเสริมให้มีรายได้เพิ่มขึ้น ไข่ที่สามารถนำมาทำไข่เยี่ยวม้ามีทั้งไข่เป็ด ไข่ไก่และไข่นกกระทา แต่ที่นิยมคือไข่เป็ด ปัจจุบันที่มีวางจำหน่ายจะมีไข่นกกระทาด้วย

2. ด้านโภชนาการ ตามหลักโภชนาการไข่เยี่ยวม้ามีประโยชน์ในการบำรุงร่างกาย บำรุงโลหิต และก่อให้เกิดกำลัง เนื่องจากไข่เยี่ยวม้ามีคุณค่าทางอาหารครบถ้วนเหมือนไข่สดและไข่สุกโดยทั่วไป ถึงแม้ว่าปริมาณของวิตามินเอ บีหนึ่ง บีสอง และแร่ธาตุจำพวกฟอสฟอรัส เหล็ก ไนอาซิน รวมทั้งไขมันและแคลลอรี่ที่พบในไข่เยี่ยวม้าจะต่ำกว่าที่พบในไข่สดและไข่สุกก็ตาม แต่สำหรับโปรตีน แคลเซียมและคาร์โบไฮเดรต จะพบในไข่เยี่ยวม้าในปริมาณที่สูงกว่าไข่สดและไข่สุก ดังแสดงในตารางที่ 2.8

ตารางที่ 2.8 คุณค่าอาหารของไข่เป็ดและไข่ไก่ในลักษณะที่เป็นไข่สด ไข่สุก และไข่เยี่ยวม้า

	ไข่เป็ดทั้งฟอง			ไข่ไก่ทั้งฟอง		
	ไข่สด	ไข่สุก	ไข่เยี่ยวม้า	ไข่สด	ไข่สุก	ไข่เยี่ยวม้า
ความชื้น (Moisture, gm)	70.6	70.6	66.9	73.7	73.7	71.9
แคลอรี (cal, Unit)	188.0	188.0	181.0	163.0	163.0	161.0
ไขมัน (Fat, gm.)	14.2	14.2	11.6	11.5	11.5	10.7
คาร์โบไฮเดรต (CHO, gm.)	0.7	0.7	4.2	0.8	0.8	2.0
เส้นใย (Fiber, gm.)	0	0	0	0	0	0
โปรตีน (Protein, gm.)	13.2	13.2	14.0	12.9	12.9	13.1
แคลเซียม (Ca, mg.)	64.0	64.0	78.0	61.0	61.0	58.0
ฟอสฟอรัส (P, mg.)	220.0	220.0	188.0	222.0	222.0	200.0
เหล็ก (Fe, mg.)	3.6	3.6	2.9	3.2	3.2	0.9
วิตามินเอ (A, I.U.)	1541.0	1541.0	1259.0	1950.0	1950.0	933.0
วิตามินบีหนึ่ง (B ₁ , mg.)	0.16	0.13	0.09	0.10	0.10	0.02
วิตามินบีสอง (B ₂ , mg.)	0.40	0.34	0.11	0.40	0.37	0.21
ไนอาซิน (Niacin, mg.)	0.20	0.20	0.10	0.10	0.10	0.10

ที่มา : วารุณี เสนสุภา และคณะ 2532 : 5

การทำไข่เยี่ยวม้าเป็นวิธีรักษาคุณภาพไข่แบบหนึ่งของจีน (สุวรรณ เกษตรสุวรรณ 2529 : 109) ไม่ใช่เป็นการรักษาสภาพเดิมของไข่ แต่เป็นการทำผลิตภัณฑ์ใหม่ขึ้น เนื่องจากเกิดการเปลี่ยนแปลงทั้งทางเคมีและจุลินทรีย์ภายในไข่ ในการเกิดไข่เยี่ยวม้านี้จะเกิดการย่อยสลายของโปรตีน และฟอสโฟลิปิดในไข่

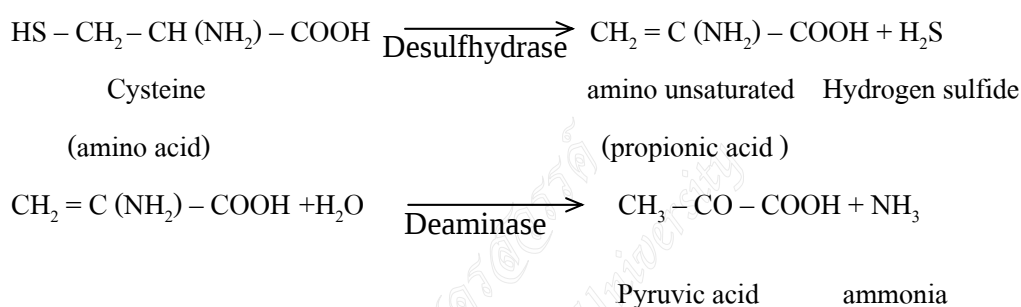
ไข่เยี่ยวม้าจะมีระดับฟิเอนเพิ่มสูงขึ้นจากไข่สด ดังตารางที่ 2.9

ตารางที่ 2.9 แสดงค่าฟิเอนของไข่สดและไข่เยี่ยวม้า

องค์ประกอบของไข่	ค่าฟิเอน	
	ไข่สด	ไข่เยี่ยวม้า
ไข่ขาว	7.6 – 7.9	11
ไข่แดง	6	7.3

ซึ่งการเพิ่มขึ้นของค่าพีเอชในไข่เยี่ยวม้าทำให้ไข่มีสภาพเป็นด่าง มีผลต่อโปรตีนในไข่ คือ เอนไซม์ในไข่ เช่น desulfhydrase และ deaminase จะแปรสภาพกรดอะมิโนในไข่ให้เกิดการ แข็งตัวขึ้น (denature) เปลี่ยนกำมะถันในโปรตีนให้เป็นไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) และแปรหมู่ อมิโน (amino group, $-NH_2$) ของโปรตีนให้เป็นแอมโมเนีย (NH_3) ไข่เยี่ยวม้าจึงมีคุณลักษณะ เฉพาะตัวที่สังเกตได้อย่างชัดเจนคือเนื้อไข่จะแข็งตัวไม่เป็นน้ำ

มีกลิ่นเฉพาะตัวที่เกิดจากก๊าซแอมโมเนียและเนื้อไข่มีลักษณะเป็นสีน้ำตาลคล้ำที่เกิดจาก ไฮโดรเจนซัลไฟด์ ดังสมการ (วารุณีและคณะ 2532 : 6)



ไข่เยี่ยวม้าเป็นผลที่เกิดจากปฏิกิริยาของโปรตีนในไข่สดกับสารเคมีพวกด่างและเกลือซึ่ง เป็นวัตถุดิบในการทำไข่เยี่ยวม้า

คุณลักษณะที่ต้องการของไข่เยี่ยวม้าที่ดีตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก. 1205-2536) มีดังนี้

1. คุณลักษณะทั่วไปของไข่เยี่ยวม้า

เมื่อล้างสิ่งที่เคลือบเปลือกไข่เยี่ยวม้าออกแล้ว เปลือกไข่ต้องไม่แตก ร้าว หรือบุบ ไม่มี จุดสีดำ แต่อาจมีจุดสีน้ำตาลได้บ้าง

2. ลักษณะภายใน กลิ่นและรส

2.1 ไข่ขาวต้องเป็นวุ้นใส สีน้ำตาลไหม้หรือสีชาเข้ม อ่อนนุ่ม และหยุ่นตัวดี มีความ คงตัวดี

2.2 เมื่อผ่าไข่เยี่ยวม้าออกเป็น 2 ซีกตามยาว ขนาดของช่องอากาศภายใน (air cell) วัด ตามแนวความยาวของไข่เยี่ยวม้า ต้องไม่เกิน 1 ใน 4 ส่วนของความยาวนั้น

2.3 ไข่แดงกับไข่ขาวแยกกันเห็นได้ชัดเจน ไข่แดงกับไข่ขาวแยกออกจากกันได้ง่าย ผิวนอกทั้งหมดของไข่แดงต้องมีสีสม่ำเสมอ อาจเป็นสีเขียวอมน้ำตาลหรือสีเทา ก็ ได้ ส่วนกลางเป็นยางมะตูมหรือแข็งกว่า มีสีเทาหรือสีน้ำตาลหรือสีน้ำตาลปน เหลือง

2.4 กลิ่นและรส มีกลิ่นตามธรรมชาติของไข่เยี่ยวม้า ไข่ขาวมีรสเค็มเล็กน้อย ไข่แดงมี รสมันและเค็มเล็กน้อย

3. สารปนเปื้อนที่อาจมีได้ ต้องไม่เกินเกณฑ์ที่กำหนด คือ มีตะกั่วไม่เกิน 1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีสังกะสีไม่เกิน 100 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (mg/kg)

4. ต้องไม่พบจุลินทรีย์ ซาลโมเนลลา (salmonella) ในตัวอย่าง 25 กรัม คลอสทริเดียม เพอร์ฟริงเจนส์ (clostridium perfringens) ในตัวอย่าง 0.1 กรัม สตาฟีโลค็อกคัส ออเรียส (staphylococcus aureus) ในตัวอย่าง 0.1 กรัม



รูปที่ 2.1 แสดงลักษณะทั่วไปของไข่เยี่ยวม้า

ปัญหาสารตะกั่วในไข่เยี่ยวม้า

ไข่เยี่ยวม้าเป็นอาหารที่มีผู้นิยมบริโภคกันอย่างกว้างขวาง จากรายงานการตรวจวิเคราะห์ไข่เยี่ยวม้าของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข พ.ศ. 2529 – 2531 พบโลหะหนัก เช่น ตะกั่วปนเปื้อนในไข่เยี่ยวม้า ในปริมาณที่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค โดยผู้ผลิตเติมออกไซด์ของตะกั่ว หรือสารประกอบของตะกั่วลงในส่วนผสมที่ใช้ทำไข่เยี่ยวม้า ทั้งนี้เพื่อเป็นตัวควบคุมความเป็นกรดค้างให้คงที่ ทำให้ไข่ขาวเกิดการแข็งตัวอย่างสม่ำเสมอ กรณีนี้จึงทำให้ไข่เยี่ยวม้าที่สำเร็จรูปแล้วมีสารตะกั่วในรูปของตะกั่วซัลไฟด์ปนเปื้อนอยู่ สังกะสีได้จากส่วนของไข่ขาวจะมีสีดำนอกผิดปกติ สีขุ่นไม่เหมือนไข่เยี่ยวม้าทั่วไป ซึ่งจะมีสีน้ำตาลใส คล้ำ ดังนั้นถ้าพบไข่เยี่ยวม้าที่มีลักษณะผิดปกติไปจากลักษณะที่ดีของไข่เยี่ยวม้า ก็ควรจะหยุดรับประทานและทิ้งไปทันที เพราะหากรับประทานเข้าไปในปริมาณมากเกินไปจนเกิดพิษตะกั่วสะสมในร่างกายจะทำให้เกิดโรคพิษตะกั่วได้

ตารางที่ 2.10 ปริมาณตะกั่วในตัวอย่างไข่เยี่ยวม้าที่เก็บจากสถานที่ผลิตและจำหน่ายในประเทศไทย (ระหว่างปี พ.ศ.2529 – 2531)

ความเข้มข้นของปริมาณตะกั่ว (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	จำนวนตัวอย่าง
0.5	22
5 – 10	5
10 – 15	3
15 – 20	3
20 – 25	1
25 – 30	1
30 – 35	1
35 – 40	3
40 – 45	2
45 – 50	2
50 – 55	1
55 – 60	0
60 – 65	2
65 – 70	0
70 – 75	0
75 – 80	1
80 – 85	1
	รวม 48

ที่มา : วารุณี เสนสุภา และคณะ 2532 : 11

หน่วยงานที่มีหน้าที่ในการควบคุมคุณภาพและมาตรฐานการผลิต การจำหน่ายไข่เยี่ยวม้า คือสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา ซึ่งปฏิบัติหน้าที่ร่วมกับหน่วยงานอื่นของกระทรวงสาธารณสุข และกระทรวงอุตสาหกรรม โดยมีการดำเนินการที่สำคัญ 5 ประการ คือ

1. การกำกับดูแลผลิตภัณฑ์ก่อนออกสู่ตลาด
2. การกำกับดูแลการประกอบการและคุณภาพผลิตภัณฑ์หลังออกจำหน่ายในท้องตลาด
3. การพัฒนาเพื่อยกระดับการผลิตและคุณภาพผลิตภัณฑ์

4. การเผยแพร่ความรู้แก่ผู้บริโภค

5. การเฝ้าระวังความปลอดภัยจากการบริโภค

สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา มีหน้าที่ดำเนินงานในความรับผิดชอบให้เป็นไปตามกระบวนการของกฎหมาย ในเรื่องของไข่เยี่ยวม้า กฎหมายที่เกี่ยวข้องคือ พระราชบัญญัติอาหาร พ.ศ. 2522 และประกาศกระทรวงสาธารณสุข

ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 91 (พ.ศ.2528) เรื่องไข่เยี่ยวม้า กำหนดให้ไข่เยี่ยวม้าเป็นอาหารที่กำหนดคุณภาพหรือมาตรฐานและให้คำจำกัดความว่า ไข่เยี่ยวม้าเป็นไข่ที่ผ่านกรรมวิธีทำให้เป็นค้างอยู่ในสภาพที่จะนำไปบริโภคได้ ไข่เยี่ยวม้าต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐานดังต่อไปนี้

1. ไม่มีจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค

2. ตรวจพบตะกั่วได้ไม่เกินปริมาณตามที่ได้รับความเห็นชอบจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา ซึ่งได้ใช้หลักเกณฑ์ชั่วคราวกำหนดปริมาณตะกั่วให้มีอยู่ไม่เกิน 4 มิลลิกรัม ต่อไข่เยี่ยวม้า 1 กิโลกรัม และไข่เยี่ยวม้าเป็นอาหารที่ต้องมีฉลาก

สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยายังมีหน้าที่ศึกษาวิจัยและพัฒนาการเกี่ยวกับอาหาร ดังนั้นในเรื่องของไข่เยี่ยวม้าจึงมีการวิจัย เรื่อง การผลิตไข่เยี่ยวม้าโดยไม่ใช้สารตะกั่ว ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและพัฒนากรรมวิธีการผลิตไข่เยี่ยวม้าโดยไม่ใช้สารประกอบตะกั่ว ให้ไข่เยี่ยวม้าที่ผลิตขึ้นมีคุณลักษณะเป็นที่ยอมรับและปลอดภัยต่อผู้บริโภค เป็นการส่งเสริมการผลิตและส่งออกไปจำหน่ายยังต่างประเทศอย่างมีคุณภาพมาตรฐานเป็นที่ยอมรับในระดับสากล ช่วยสนับสนุนสถานะทางด้านเศรษฐกิจของประเทศด้วย

นอกจากนี้แล้วหน่วยงานของกระทรวงอุตสาหกรรมยังได้กำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมไข่เยี่ยวม้า ซึ่งเป็นการกำหนดคุณลักษณะที่ต้องการ สารปนเปื้อน สุขลักษณะ การบรรจุ เครื่องหมายและฉลาก การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน รวมทั้งการทดสอบไข่เยี่ยวม้าใน มอก. 1205-2536

หลักการของเทคนิคอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโทรเมตรี

อะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโทรเมตรีใช้คำย่อว่า AAS เป็นเทคนิคการวิเคราะห์ธาตุอย่างหนึ่ง ซึ่งสามารถทำได้ทั้งในเชิงคุณภาพและปริมาณวิเคราะห์ ปัจจุบันเทคนิคทาง AAS เป็นที่นิยมมากวิธีหนึ่ง เนื่องจากเป็นเทคนิคที่ให้ความเที่ยง ความแม่นยำ มีสภาพไวสูง ค่าใช้จ่ายในการวิเคราะห์ไม่สูงนัก และเป็นเทคนิคเฉพาะที่ดีมาก สามารถใช้วิเคราะห์ธาตุต่าง ๆ ได้ถึง 67 ธาตุ (แม้น อมรสิทธิ์ และ อมร เพชรสม 2534 : 322)

หลักการของเทคนิคทาง AAS เป็นกระบวนการที่เกิดจากอะตอมอิสระของธาตุดูดกลืนแสงที่มีความยาวคลื่นเฉพาะ ซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของธาตุ ธาตุแต่ละชนิดจะมีระดับของพลังงานแตกต่างกัน จึงมีการดูดกลืนพลังงานที่ต่างกันด้วย เช่นอะตอมของทองแดงจะดูดกลืนแสงได้ดีที่มีความยาวคลื่น 324.8 นาโนเมตร หมายความว่า แสงที่มีความยาวคลื่นนี้เป็นแสงที่มีพลังงานพอเหมาะที่จะทำให้อิเล็กตรอนของทองแดงอะตอมเกิดการเปลี่ยนสถานะจากสถานะพื้นไปสู่สถานะเร้า

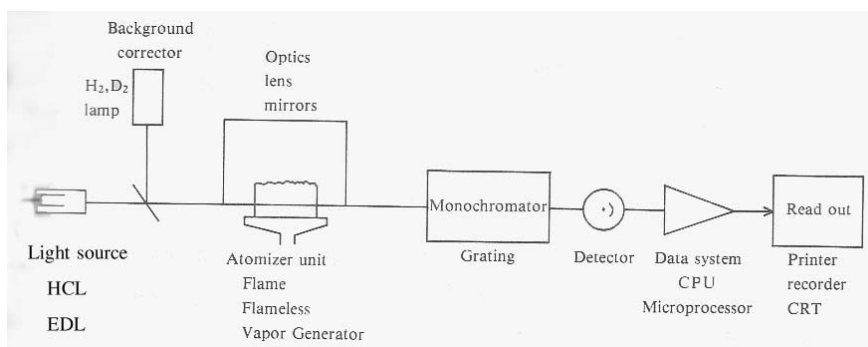
ตารางที่ 2.11 แสดงค่าความยาวคลื่นที่อะตอมของธาตุดูดกลืนแสงได้ดี

ธาตุ	ความยาวคลื่น (นาโนเมตร)
ทองแดง	324.8
สังกะสี	213.9
เหล็ก	248.3
แมงกานีส	279.5
แคดเมียม	228.8
อาร์เซนิก	193.7
ปรอท	253.7
บิสมัท	223.1
โซเดียม	589.0
ตะกั่ว	283.3

ในการทำให้อะตอมของธาตุในสารประกอบเกิดเป็นอะตอมอิสระได้นั้น ต้องมีการดูดกลืนพลังงานเข้าไป ซึ่งอาจจะเป็นพลังงานความร้อนจากเปลวไฟ หรือ ไฟฟ้า เป็นต้น

การวิเคราะห์หาปริมาณธาตุโดยเทคนิคทาง AAS จะอาศัยหลักการวัดปริมาณแสงที่ธาตุดูดกลืนเข้าไป เพื่อทำให้อิเล็กตรอนของอะตอมอิสระเปลี่ยนจากสถานะพื้นไปสู่สถานะเร้า ซึ่งปริมาณแสงที่ดูดกลืนเข้าไปจะแปรตามความเข้มข้นของสาร ค่าที่วัดได้คือค่าแอมซอร์เบแนนซ์ (absorbance) ซึ่งสามารถนำไปคำนวณหาความเข้มข้นของสารต่อไป

เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์โดยเทคนิคทาง AAS คือ อะตอมมิกแอมซอร์พชันสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ ซึ่งมีองค์ประกอบที่สำคัญของเครื่องมือ ดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 แสดงแผนภาพองค์ประกอบของเครื่องอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโทรโฟโตมิเตอร์
ที่มา: แม้น อมรสิทธิ์ และ อมร เพชรสม 2534 : 329

การวิเคราะห์ด้วยเทคนิคทาง AAS นั้นอาจทำได้หลายวิธี คือ ให้สารตัวอย่างผ่านเข้าไปในเปลวไฟ หรือใส่เข้าไปใน graphite furnace หรือใช้ vapor generation technique เป็นต้น ซึ่งต้องเลือกให้เหมาะสมกับความต้องการ โดยคำนึงถึงองค์ประกอบหลายๆ อย่าง เช่น ความรวดเร็วของการวิเคราะห์ ความยากง่าย ความเข้มข้น สมบัติทางเคมีและทางกายภาพของสารที่จะวิเคราะห์ ตลอดจนเครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆ ที่สามารถอำนวยความสะดวกให้ได้

เทคนิคทาง AAS สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการวิเคราะห์ธาตุในตัวอย่างต่างๆ ได้อย่างกว้างขวาง ไม่ว่าจะเป็นตัวอย่างของแข็ง ของเหลว หรือก๊าซ (วรรณภา ดันยีนยัง 2544 : 1) สามารถจำแนกชนิดของตัวอย่างเป็นประเภทต่างๆ ได้ดังนี้

1. การวิเคราะห์หินและดินเพื่อหาปริมาณธาตุต่างๆ
 - Major elements เช่น Si, Al, Fe, Ti, Ca, Mg, Na, K, La
 - Trace elements เช่น Co, Cr, Cu, Li, Mn, Ni, Pb, Rb, V, Zn
 - Special treatment of elements เช่น Sb, As, Bi, B, Cd, Ga, Hg, Te, Tl, W, Zr, Se
2. การวิเคราะห์แร่ เช่น แร่เหล็ก นิกเกิล แพลทินัม แมงกานีส ดีบุก ตะกั่ว พลวง ทองโครเมียม โคบอลต์ อะลูมิเนียม ซีโอไลต์ โคลโลไมต์ หินปูน บอแรกไซต์ เป็นต้น
3. การวิเคราะห์น้ำ เช่น น้ำจากแหล่งธรรมชาติ น้ำสำหรับบริโภค น้ำทิ้ง เป็นต้น
4. การวิเคราะห์อากาศ เช่น อากาศจากแหล่งโรงงานอุตสาหกรรม จากแหล่งชุมชน จากแหล่งที่มีการจราจรหนาแน่น ควันทิพย์ เป็นต้น
5. การวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์จากพืช เช่น การหาปริมาณของธาตุต่างๆ
 - Major elements เช่น Ca, Mg, K, Na, As
 - Trace elements เช่น Cu, Zn, Fe, Mo, Sr, Mn, Co

6. การวิเคราะห์ทางชีวเคมีและพิษวิทยา เช่น การหาปริมาณ Na, K, Li, Ca, Mg, Sr, Cu, Zn ในเลือด ปัสสาวะและเนื้อเยื่อ และในกรณีทางพิษวิทยาใช้วิเคราะห์หา As, Cd, Cr, Co, Pb, Mn, Hg, Ni, Tl

7. การวิเคราะห์น้ำมันและผลิตภัณฑ์ทางปิโตรเลียม เช่น การหาองค์ประกอบที่เป็นโลหะ ของน้ำมันชนิดต่าง ๆ

- น้ำมันเชื้อเพลิง หาปริมาณ V, Ca, Na, Pb, K, Ni, Al

- น้ำมันหล่อลื่น หาปริมาณ Zn, Pb, Ba, Ca, Mg

- น้ำมันที่ใช้แล้ว หาปริมาณ Cu, Cr, Fe, Pb, Ag

- น้ำมันกลั่น หาปริมาณ Pb

8. การวิเคราะห์โลหะและโลหะผสม เพื่อหาปริมาณโลหะผสมชนิดต่าง ๆ หาปริมาณ สารเจือปนในโลหะบริสุทธิ์ เป็นต้น

9. การวิเคราะห์ตัวอย่างประเภท refractories and metal oxides, ceramics, slags, cements

10. การวิเคราะห์ตัวอย่างประเภท nuclear energy

11. การวิเคราะห์ธาตุในสารอื่น ๆ

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เปี่ยมศักดิ์ เมนะเสวต และ วรวิทย์ ชีวาพารานาพิวัฒน์ (2528) วิเคราะห์หาระดับการ สะสมตัวของโลหะหนัก ได้แก่ ตะกั่ว สังกะสี ทองแดง แคดเมียม และปรอท ในหอยแมลงภู่ ปลากระบอก และดินตะกอนบริเวณปากแม่น้ำแม่กลอง ทำจีน เจ้าพระยา และบางปะกง พบว่า บริเวณปากแม่น้ำทั้งสี่สายมีโลหะหนักทั้ง 5 ชนิด เจือปนในระดับต่างกัน และพบตะกั่วสะสมใน หอยแมลงภู่ ปลากระบอกและดินตะกอนในระดับสูง การสะสมของโลหะอื่นอีกสี่ชนิดยังมีค่าต่ำ กว่ามาตรฐาน

Y. Yamaoka และ O. Takimura (Yamaoka and Takimura 2529) ศึกษาปริมาณสารหนูใน สาหร่ายทะเล โดยทั่วไปน้ำทะเลจะมีสารหนูอยู่ระหว่าง 1-1.5 ไมโครกรัมต่อลิตร และพบว่าใน สาหร่ายทะเลมีสารหนูมากกว่าในน้ำทะเลกว่า 100 เท่า และในปีเดียวกันนี้ ณรงค์ ฌ เชียงใหม่ (2529) ได้วิเคราะห์หาปริมาณปรอทในสัตว์น้ำบริเวณอ่าวไทยตอนล่างจำนวน 61 ตัวอย่าง โดยใช้เครื่องอะตอมมิกแอ็บซอร์พชันสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ พบการปนเปื้อนของสารปรอทในทุก ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละร้อยละ ระดับความเข้มข้นของสารปรอทในเนื้อเยื่อของสัตว์น้ำเฉลี่ย 0.108 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมและพบว่าปริมาณสารปรอทเกิน 0.1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ร้อยละ 45 การศึกษาพบว่าระดับความเข้มข้นของปรอทเกินมาตรฐานที่กำหนดโดยองค์การอนามัยโลก

แววตา ทองระอา และคณะ (2530) ศึกษาปริมาณโลหะหนักบางชนิด คือ ตะกั่ว แคดเมียม สังกะสี ทองแดงและปรอท ในสัตว์ทะเลที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจบริเวณชายฝั่งทะเลภาค

เบญจา ศุภนิทัศน์าจร และคณะ (2538) ศึกษาการได้รับสารตะกั่วและแคดเมียมจากอาหารของคนไทยผู้ใหญ่ในจังหวัดอุบลราชธานี โดยมีวัตถุประสงค์ในการศึกษาปริมาณการได้รับสารตะกั่วและแคดเมียมจากอาหารและน้ำดื่มของคนไทยผู้ใหญ่ที่อาศัยในบริเวณจังหวัดอุบลราชธานี โดยการเก็บตัวอย่างอาหาร น้ำและเครื่องดื่มที่บริโภคในเวลา 5 วัน รวมทั้งวันหยุดของคนไทยผู้ใหญ่ที่มีสุขภาพแข็งแรงจำนวน 40 คน ที่อาศัยอยู่ในจังหวัดอุบลราชธานี โดยเป็นชาย 10 คน หญิง 10 คน และหญิงมีครรภ์ 20 คน ด้วยวิธี Duplicate portion technique แล้วนำมาปั่นรวมให้เป็นเนื้อเดียวกัน ก่อนจะนำไปแบ่งและทำให้แห้งด้วยวิธี Freeze-dry หลังจากนั้น ตัวอย่างอาหารแห้งที่ได้จะถูกนำไปทำลายสารอินทรีย์ โดยการย่อยสลายในระบบปิดด้วยกรดไนตริกเข้มข้นแล้วจึงสกัดสารตะกั่วและแคดเมียมออกมา นำตัวอย่างที่ได้ย่อยแล้วนี้ไปวิเคราะห์หาปริมาณตะกั่วและแคดเมียมด้วยเครื่อง Graphite Furnace Atomic Absorption Spectrometer (GFAAS)

A.R. Turker และ M. Yuksel (2539) ได้ศึกษาวิธีการย่อยที่เหมาะสมสำหรับการหาปริมาณโลหะหนักในมะเขือเทศกระป๋องโดยใช้ Flame AAS จากการวิจัยพบว่าขบวนการย่อยที่เหมาะสมสำหรับการตรวจหาเหล็ก ทองแดง สังกะสี และตะกั่วในมะเขือเทศกระป๋องจะใช้ตัวทำละลายคือ กรดไนตริก กรดไนตริกและไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์หรือกรดซัลฟิวริกและไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์

ประดิษฐ์ มีสุข และ สัชนา เบญจกุล (2541) ศึกษาหาปริมาณสารหนูและโลหะหนักในสัตว์น้ำและสาหร่ายในทะเลสาบสงขลา ในเดือนธันวาคม 2538 พบว่ามีสารหนู ตะกั่ว โปรท สังกะสี และแคดเมียม ในปลากระพงขาว กุ้งกุลาดำ หอยแมลงภู่ ปูทะเล และสาหร่ายพมนาง ในปริมาณที่แตกต่างกัน โดยตะกั่วมีปริมาณเกินค่ามาตรฐานกำหนดทั้งในสาหร่าย หอยแมลงภู่ ปูทะเล และปลากระพง

วิรัช เรืองศรีตระกูล และ ธาณี เทศศิริ (2541) ได้ศึกษาการวิเคราะห์ปริมาณตะกั่วในอาหารโดยวิธีอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโตรเมตรี ด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่างอาหารจำนวน 110 ตัวอย่างแบบง่ายจากตลาดสดในเขตอำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น พบว่าปริมาณน้ำหนักรวบรวมตัวอย่างที่เหมาะสมในการเตรียมตัวอย่าง กุ้งแห้งตัวเล็กสีแดง เต้าหู้แผ่นสีเหลือง เกี้ยวแผ่นสีเหลือง เส้นบะหมี่สีเหลืองและเขียว ลูกชิ้นปลาสีส้ม และซอสสีแดง มีค่าเท่ากับ 5.0, 20.0, 7.5, 7.5, 12.5 และ 20.0 กรัมตามลำดับ ตัวอย่างอาหารถูกย่อยอย่างสมบูรณ์ในสารละลายกรดผสมเมื่อใช้เวลาประมาณ 3 ชั่วโมง ค่าเฉลี่ยของปริมาณตะกั่วของตัวอย่างกุ้งแห้งตัวเล็กสีแดง เต้าหู้แผ่นสีเหลือง เกี้ยวแผ่นสีเหลือง เส้นบะหมี่สีเหลืองและเขียว ลูกชิ้นปลาสีส้มและซอสสีแดง มีค่าเท่ากับ

จากการศึกษาเปรียบเทียบระดับตะกั่วในเลือดเด็กนักเรียนไทยที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมของ กรุงเทพมหานครและชนบทในปี 2537 ของกลุ่มงานพิษวิทยาและสิ่งแวดล้อม สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข พบว่าระดับตะกั่วในเลือดเด็กนักเรียนในกรุงเทพมหานคร โรงเรียนวัดตรีทศเทพ โรงเรียนวัดปทุมวนาราม โรงเรียนวัดแก้วแจ่มฟ้า โรงเรียนบ้านลาดพร้าว โรงเรียนวัดหัวลำโพง และโรงเรียนวัดจักรวรรดิ จำนวน 511 คน มีค่าเฉลี่ย 9.26 ± 3.68 ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร ค่าเฉลี่ยระดับตะกั่วในเลือดอยู่ระหว่าง 8.61-10.08 ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร สำหรับกลุ่มนักเรียนโรงเรียนวัดพรหมสาคร จังหวัดสิงห์บุรี มีค่าเฉลี่ยระดับตะกั่วในเลือดเท่ากับ 5.73 ± 2.58 ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร แสดงให้เห็นว่าสถานที่ตั้งของโรงเรียนในกรุงเทพมหานครและในชนบทเป็นปัจจัยหนึ่งซึ่งมีผลต่อระดับตะกั่วในเลือด

สุมล ปิวรัตนันท์ และ พรรณทิพย์ ดิยพันธ์ (2538) ได้รายงานข้อมูลเกี่ยวกับระดับตะกั่วในเลือดคนไทย ปี พ.ศ. 2530-2535 จำนวน 4220 ตัวอย่าง พบว่า คนงานในโรงงานอุตสาหกรรมเหล็ก เครื่องประดับ รถยนต์ ทอผ้า เครื่องดื่มและไฟฟ้า กลุ่มคนชนบท คนงานก่อสร้างทั้งในและต่างประเทศในโครงการวิจัยโรคไหลตาย คนงานที่ทำงานในโรงงานผลิตสีฟอกย้อม คนงานของกรมโรงงานฐานทัพเรือสัตหีบ คนงานโรงงานผลิตแบตเตอรี่ กลุ่มตำรวจจราจรที่อยู่บริเวณที่มีจราจรคับคั่ง (สถานีตำรวจนครบาลยานนาวา และสถานีตำรวจวัดพระยาไกร) และชาวบ้านที่อาศัยในชุมชนแออัดรอบๆ บึงมกกะสัน พบว่าระดับตะกั่วเฉลี่ยในเลือดอยู่ในช่วง 7.66-92.06 ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร ซึ่งข้อมูลในรายงานฉบับนี้จะเป็นข้อมูลซึ่งเป็นพื้นฐานในการแก้ปัญหาสาธารณสุขในด้านพิษสารตะกั่วของประเทศไทยได้อย่างมีประสิทธิภาพ

นวลดา ม่วงน้อยเจริญ (วารสารกระทรวงสาธารณสุข 2538 : 110-111) ได้เขียนบทความเรื่อง “คุณภาพการตรวจวิเคราะห์ระดับตะกั่วในเลือดนั้นสำคัญไฉน” โดยกล่าวว่าปัจจุบันมีความตื่นตัวเรื่องการตรวจวิเคราะห์ระดับตะกั่วในเลือดในประเทศไทยสูงมาก เพราะการได้รับสารตะกั่วโดยการหายใจหรือสัมผัสทางผิวหนังจากปัญหาตะกั่วในสิ่งแวดล้อม ในน้ำ ในอาหารที่ประชาชนบริโภคโดยตรง ในผลิตภัณฑ์บางชนิดที่ใช้ในชีวิตประจำวัน เช่น แบตเตอรี่ สีทาบ้านและของเด็กเล่น ซึ่งตะกั่วเป็นสารที่ไม่มีประโยชน์ต่อร่างกาย แต่เป็นสารพิษมีผลต่อสุขภาพร่างกายทั้งระบบทางเดินอาหาร ระบบประสาท และระบบเลือด โดยเฉพาะในเด็กทารกจนถึงอายุ 12 ปี จะมีการพัฒนาการทางสมอง การเจริญเติบโตของร่างกายและการสร้างเม็ดเลือดแดง ดังนั้นประเทศต่าง ๆ จึงมีการเฝ้าระวังและตรวจสอบความเป็นพิษจากสารตะกั่วโดยการตรวจเลือดใน

กองพิษวิทยา กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข ได้รับการสนับสนุนจาก WHO สำหรับทำโครงการควบคุมคุณภาพห้องปฏิบัติการตรวจวิเคราะห์ตะกั่วในเลือดที่ประเทศไทย เพื่อยกระดับห้องปฏิบัติการทั้งภาครัฐและเอกชนให้ได้มาตรฐานเทียบเท่าระดับสากล สามารถตรวจวิเคราะห์ระดับตะกั่วในเลือดได้อย่างถูกต้อง ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2537 ปัจจุบันมีห้องปฏิบัติการเข้าร่วมโครงการมากกว่า 25 แห่ง โดยห้องปฏิบัติการเหล่านี้จะได้รับตัวอย่างเลือดที่มีการเติมสารตะกั่วในปริมาณที่แน่นอนจากกองพิษวิทยา เพื่อวิเคราะห์ระดับตะกั่วในเลือดเป็นการทดสอบความสามารถในการวิเคราะห์ว่ามีความถูกต้องแม่นยำเพียงใด ผู้ใช้บริการสามารถสอบถามประสิทธิภาพการทำงานจากห้องปฏิบัติการที่ส่งตัวอย่างวิเคราะห์ได้โดยตรงว่ามีคุณภาพดีเพียงใด มีการควบคุมคุณภาพกับกองพิษวิทยาหรือไม่ เพื่อให้ผลการวิเคราะห์เป็นที่เชื่อถือได้ สำหรับการควบคุมคุณภาพการวิเคราะห์ตะกั่วในเลือดนี้กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์มีโครงการจะดูแลการทำงานของห้องปฏิบัติการต่าง ๆ ให้ถูกต้องและเชื่อถือได้ต่อไป

ศรันยา คงทอง (2543) ได้ทำการวิจัยเรื่องการศึกษาระดับตะกั่วในเลือดของคณงานในสถานประกอบการเคาะฟันสิริยนต์ในจังหวัดในเขตของศูนย์อนามัยสิ่งแวดล้อมเขต 11 ซึ่งในเขต 11 นี้มีจังหวัดรวม 7 จังหวัด คือ สุราษฎร์ธานี ชุมพร พังงา กระบี่ ภูเก็ต นครศรีธรรมราช และระนอง จากผลการวิจัยพบว่าคณงานสถานประกอบการเคาะฟันสิริยนต์มีทั้งเพศชายและเพศหญิง โดยเพศชายมีจำนวนมากกว่า และพบว่าคณงานที่ทำการฟันสิริยนต์ในที่โล่งจะได้รับสารตะกั่วมากกว่าคณงานที่ทำการฟันสิริยนต์ในห้องฟัน เนื่องจากคณงานเหล่านี้จะไม่สวมอุปกรณ์ป้องกันทางเดินหายใจ เมื่อทำงานในที่โล่งสารตะกั่วจึงเข้าสู่ร่างกายได้ทางทางเดินหายใจ จังหวัดนครศรีธรรมราช มีค่าเฉลี่ยระดับตะกั่วในเลือดต่ำสุด คือ 6.75 ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร ส่วนจังหวัดที่มีค่าเฉลี่ยระดับตะกั่วในเลือดสูงสุดคือจังหวัดระนอง ซึ่งมีค่าเฉลี่ยสูงสุด 9.57 ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร ในขณะที่ค่ามาตรฐานระดับตะกั่วในเลือดไม่ควรจะเกิน 4.92 ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร

นอกจากนี้ยังพบว่าคณงานที่ทำงานในอุ้เคาะฟันสิริยนต์ ได้รับสารตะกั่วทางปากได้อีกทางหนึ่ง เนื่องจากสูบบุหรี่หรือดื่มสุรา ขณะทำงานหรือภายหลังจากการทำงานเสร็จสิ้นโดยไม่ได้ทำความสะอาดร่างกายและมือให้สะอาดอย่างแท้จริง การได้รับสารตะกั่วในระยะเวลานาน จะเกิดการสะสมมากขึ้น ซึ่งอาจทำให้เกิดพิษแบบเฉียบพลันหรือพิษแบบเรื้อรัง ดังนั้นการทำงานที่

สุรพงศ์ อัมพวันงษ์ (2543) กล่าวถึงตะกั่วในอาหารตามมาตรฐานขององค์การอนามัยโลก กำหนดให้มีได้ไม่เกิน 425 ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร ในประเทศไทยได้เคยมีการสำรวจในปี 2531 พบว่าตัวอย่างอาหาร 8 จาก 43 ตัวอย่าง มีระดับตะกั่วมากกว่ามาตรฐาน ในปี 2533 พบว่าร้อยละ 14 ของภาชนะเคลือบสีมีตะกั่วเกินมาตรฐาน และในปี 2534 พบว่าคนไทยได้รับสารตะกั่วจากอาหารประมาณ 50 หรือ 250 ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร และได้กระตุ้นให้ประชาชนช่วยกันลดระดับสารตะกั่วลงให้ได้ เนื่องจากสารตะกั่วที่มีอยู่มากมายในขณะนี้กำลังทำลายสติปัญญาของเด็กไทยมากขึ้นอันเป็นการทำลายอนาคตของครอบครัว และสังคมประเทศชาติไปด้วยเพราะจากการศึกษาต่าง ๆ เกี่ยวกับระดับตะกั่วในเลือดโดยเฉลี่ยของเด็กทั้งในกรุงเทพมหานครและในชนบทเกือบทั้งหมด ยกเว้นเพียงการศึกษาจากโรงพยาบาลรามารับดี พบว่าค่าเฉลี่ยของระดับตะกั่วในเลือดเด็กมีค่าเกินกว่า 10 ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร ซึ่งถือว่าเป็นระดับที่มีผลต่อสมองและระบบประสาทอย่างถาวร

ศิริ ศิวะรักษ์ และคณะ (2524) วิเคราะห์หาปริมาณของตะกั่วในไข่เยี่ยวม้าชนิดพอกดินและไม่พอกดิน (เปลือกสีชมพู) รวมทั้งวิเคราะห์ดินที่พอก และสีที่ใช้เคลือบเปลือกไข่ พบว่าปริมาณตะกั่วในไข่ขาวสูงกว่าในไข่แดง ปริมาณตะกั่วในไข่ชนิดที่ไม่พอกสูงกว่าชนิดพอกดิน เช่นเดียวกับปริมาณตะกั่วในสีที่เคลือบสูงกว่าในดินที่ใส่พอกและปริมาณตะกั่วจะเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาที่เก็บไข่ไว้ ซึ่งผลจากการศึกษาทำให้ได้ข้อมูลสำคัญที่ชี้ให้เห็นอันตรายสำหรับผู้บริโภคบริโภคไข่เยี่ยวม้าที่มีจำหน่ายทั่วไปในประเทศไทย การที่ไข่เยี่ยวม้ามีตะกั่วสูงนี้คาดว่ามีการเติมสารตะกั่วในกรรมวิธีการผลิต

ราณี สุรกาญจน์กุล (2528) ได้ศึกษาวิธีการแปรรูปไข่เป็ดเป็นผลิตภัณฑ์ไข่เยี่ยวม้าที่มีตะกั่วปริมาณน้อย จากผลการวิจัยพบว่าหลักการแปรรูปไข่เป็ดเป็นไข่เยี่ยวม้าเป็นกรรมวิธีการใช้สารละลายของด่าง เกลือ และใบชา ซึมผ่านเปลือกไข่เข้าไปทำปฏิกิริยากับโปรตีนในไข่ ทำให้โปรตีนตกตะกอนเป็นเจล สารเคมีที่สามารถตกตะกอนโปรตีนในไข่ได้แก่ สังกะสีคลอไรด์ เหล็กซัลเฟต อลูมิเนียมไฮดรอกไซด์ แคลเซียมคาร์บอเนต โซเดียมคาร์บอเนต และโซเดียมคลอไรด์ เมื่อนำสารเคมีชนิดต่าง ๆ มาศึกษาคุณสมบัติในการตกตะกอนโปรตีนในรูปเจลและมีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค เพื่อนำมาใช้ผลิตไข่เยี่ยวม้าพบว่า มี 5 ชนิด คือ โซเดียมคาร์บอเนต แคลเซียมคาร์บอเนต สังกะสีคลอไรด์ เกลือ ใบชา โดยใช้ความเข้มข้น 6-8 , 4-6 , 0.1-0.2 , 5-7 , 1-2 กรัมต่อลิตร ตามลำดับลักษณะของไข่เยี่ยวม้าที่ผลิตได้ไม่แตกต่างกับไข่เยี่ยวม้าที่ขายตามตลาดและของได้หวั่นทั้งทางด้านความเป็นเจล ลักษณะเนื้อสัมผัส สี กลิ่น รสชาติ แตกต่างกันในด้านของสาร

วารุณี เสนสุภา และคณะ (2532) ได้ศึกษาวิธีการผลิตไข่เยี่ยวม้าที่ปราศจากสารตะกั่ว โดยใช้ไข่เป็ดจากฟาร์มเดียวกันและมีความสดไม่เกิน 3 วัน ใช้วิธีแบบแช่และแบบพอก ส่วนประกอบที่ใช้สำหรับแช่และพอกประกอบด้วยโซดาแอช (Na_2CO_3) หรือโซเดียมไบคาร์บอเนต (NaHCO_3) ปูนขาว (CaO) เกลือแกง (NaCl) และใบชา (green tea) สำหรับสูตรแบบพอกได้ใช้ไข่เป็ดผสมด้วย แล้วนำไข่ที่พอกแล้วไปคลุกด้วยเกล็ดหยาบเพื่อป้องกันการติดกันของไข่แต่ละฟอง จากการทดลองผลิตไข่เยี่ยวม้าโดยวิธีการแช่ซึ่งใช้โซดาแอช 300 กรัม ปูนขาว 750 กรัม เกลือแกง 500 กรัม ใบชา 80 กรัม น้ำ 5 ลิตร แล้วเติมสังกะสีออกไซด์ 300-1000 มิลลิกรัมต่อลิตร ใช้เวลาการผลิต 20-30 วัน เป็นวิธีที่ได้ผลดีทั้งในแง่การยอมรับของผู้บริโภค ปริมาณผลผลิตและปริมาณของสังกะสีที่ตรวจพบในไข่เยี่ยวม้าก็เป็นปริมาณที่ปลอดภัยและมีประโยชน์ต่อร่างกาย

Lu Guanghan และคณะ (2537) ได้เสนอเทคนิคที่มีสภาพไวและมีประโยชน์สำหรับการตรวจหาตะกั่วในไข่เยี่ยวม้าโดย flame atomic absorption spectrometry ซึ่งทำให้การตรวจหาตะกั่วที่มีปริมาณน้อยได้ผลดีใช้เวลาน้อยลง นอกจากนี้การปนเปื้อนก็ลดลงด้วย

Sufen Shang และ Wang Hong (2539) ได้ศึกษาการใช้ flame atomic absorption spectrometric ตรวจหาทองแดง สังกะสี แคลเซียม แมกนีเซียมและเหล็กในไข่สดโดยการใช้ microvolume injection technique จุดประสงค์ในการวิจัยเพื่อพัฒนาปริมาณของตัวอย่างและหาวิธีที่มีสภาพความไวสูง จากการวิจัยโดยใช้ตัวอย่างไข่สดจาก 4 อำเภอในประเทศจีนพบว่าวิธีนี้จะประหยัด และตรวจหาโลหะด้วยสภาพไวสูง โดยใช้สารตัวอย่างเพียง 10 ไมโครลิตร ซึ่งเหมาะสมในการตรวจหาปริมาณโลหะในอาหารใช้ในงานวิจัยและการตรวจวิเคราะห์ที่เป็นงานประจำในห้องปฏิบัติการ

หนังสือพิมพ์มติชน ฉบับวันจันทร์ที่ 26 กุมภาพันธ์ พุทธศักราช 2544 ได้รายงานข่าวเรื่อง “พ่อค้าหัวใสใส่สารตะกั่วในไข่เยี่ยวม้า” โดยกล่าวว่า นายสุภาพ อัจฉริยศรีพงศ์ นักวิจัยสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม ได้กล่าวถึงความนิยมรับประทานไข่เยี่ยวม้าในปัจจุบันมีมากขึ้น โดยนำมาปรุงเป็นอาหารในรูปแบบต่าง ๆ จำนวนมาก และตามหลักโภชนาการไข่เยี่ยวมามีประโยชน์ในการบำรุงร่างกาย บำรุงโลหิต ก่อให้เกิดกำลังและเจริญอาหาร แต่ขณะนี้ก็มีผู้ประกอบการบางรายแอบใส่สารประกอบของตะกั่วและโลหะหนักลงไปในขั้นตอนการผลิต เพื่อเป็นตัวควบคุมความเป็นกรดและด่างให้คงที่ ทำให้ไข่ขาวเกิดการแข็งตัวอย่างสม่ำเสมอ จึงทำให้ไข่เยี่ยวมามีสารตะกั่วในรูปของตะกั่วซัลไฟด์ปนเปื้อนอยู่ ดังนั้นถ้าพบว่าไข่ขาวของไข่เยี่ยวมามีสีดำมากผิดปกติ สีขุ่น ไม่

นอกจากนี้ นายสุภาพ ยังกล่าวถึงวิธีการทำไข่เยี่ยวม้าโดยการผสมใบชา ปูนขาว เกลือ ปั่น จี๊เจ้า และเกลือเข้าด้วยกัน แล้วนำไปคลุกกับน้ำเย็นหรือน้ำร้อนให้เหนียวขนาดแบ่งเปียก แล้วจึงนำไปพอกไข่เปิดหรือไข่ไก่ตามความชอบ โดยพอกไข่ให้หนาประมาณ 7-10 มิลลิเมตร จากนั้นจึงนำไปคลุกกับเกลือแล้วบรรจุลงภาชนะ เช่น ไหหรือโอ่ง เก็บไว้ภายใต้อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เปิดฝาทุก ๆ 7 วัน เพื่อกลับให้ไข่แดงอยู่ตรงกลาง ใช้เวลาประมาณ 40-50 วัน ไข่เยี่ยวม้าสำเร็จรูปสามารถเก็บไว้ได้นานถึง 1 ปี โดยไม่เสื่อมคุณภาพ และจากการศึกษายังพบว่า ไข่มันในไข่แดงบางส่วนจะลดน้อยลงไป และถ้าพบว่าไข่สดบางฟองที่มีเชื้อที่จะทำให้เกิดโรคท้องร่วงหรือท้องเสีย เมื่อนำมาทำไข่เยี่ยวม้าแล้วเชื้อโรคดังกล่าวก็จะตายไปเอง

สุมลทา วาจาบัณฑิตย์ (2547) ได้ศึกษากระบวนการผลิตกุ้งแห้งในแหล่งผลิตกุ้งแห้งในเขต จังหวัดชลบุรี แล้วนำกุ้งแห้งที่ผลิตได้มาวิเคราะห์หาปริมาณตะกั่วโดยวิธี อะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโตรเมตรี ตรวจสอบความปลอดภัยในการบริโภคจากการ เปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม โดยเลือกกุ้งแห้งจำนวน 15 ตัวอย่าง จากผู้ผลิต 3 ราย พบปริมาณตะกั่วโดยเฉลี่ยของกุ้งแห้งมีค่าเท่ากับ 0.5754 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งเมื่อ ทดสอบทางสถิติ (t-test) แล้วยืนยันว่าปริมาณตะกั่วในกุ้งแห้งที่ผลิตในจังหวัดชลบุรียังอยู่ในเกณฑ์ มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

สุมลทา วาจาบัณฑิตย์ (2548) ได้ดำเนินการวิจัยเกี่ยวกับความปลอดภัยของประชาชนที่ อาศัยอยู่ในเขตเทศบาลจังหวัดนครสวรรค์ในด้านการบริโภคไข่เยี่ยวม้า โดยดำเนินการตั้งแต่ปี พ.ศ. 2543 เริ่มจากการสำรวจความต้องการความปลอดภัยในการรับประทานไข่เยี่ยวม้า เพื่อศึกษาความ คิดเห็นของประชาชนที่อาศัยอยู่ในเขตเทศบาลจังหวัดนครสวรรค์ เกี่ยวกับการบริโภคไข่เยี่ยวม้า จากการสัมภาษณ์โดยใช้แบบสอบถาม จากนั้นเก็บตัวอย่างไข่เยี่ยวม้าไปตรวจวิเคราะห์ปริมาณ ตะกั่วโดยวิธีอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโตรเมตรี เปรียบเทียบปริมาณตะกั่วที่ได้กับค่ามาตรฐาน ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พบปริมาณตะกั่วในแหล่งชุมชนของเขตเทศบาลจังหวัดนครสวรรค์ทั้ง 6 แหล่ง มีค่าเท่ากับ 0.1863, 0.2847, 0.2214, 0.2612, 0.2315 และ 0.2899 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ซึ่งยังอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม แล้วจัดอบรมประชาชนให้มีความรู้ เรื่องพิษของสารตะกั่ว จัดหาวิธีการผลิตไข่เยี่ยวม้าไร้สารตะกั่ว จัดอบรมให้กลุ่มประชาชนเป็นรุ่นๆ จนถึงปี พ.ศ. 2548 และยังคงดำเนินการอบรมอยู่ต่อไปตามความเหมาะสม ซึ่งได้ผลตอบรับอยู่ใน เกณฑ์ดี มีผู้สนใจเข้ารับการอบรมวิธีผลิตไข่เยี่ยวม้าไร้สารตะกั่วอย่างสม่ำเสมอ