รายงานวิจัย

เรื่อง

การวิเคราะห์ปริมาณตะกั่วในไข่เยี่ยวม้า

Determination of lead in preserved egg

สวพ.
มทร.สุวรรณภูมิ

โดย

ผู้ช่วยศาสตราจารย์วรรณา ศรีเพ็ชราพร

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ

พ.ศ. 2557

บทคัดย่อ

การวิเคราะห์ปริมาณตะกั่วในไข่เยี่ยวม้าที่ผลิตจากแหล่งต่างๆ เฉพาะที่ยังไม่ได้รับการรับรองมาตรฐานจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา(อย.) และส่งมาจำหน่ายในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา ทั้งประเภทไข่เป็ดและไข่ไก่ พบว่า ไข่เยี่ยวม้าประเภทไข่เป็ดที่มีแหล่งผลิตจากกรุงเทพมหานคร จังหวัดสุพรรณบุรี และจังหวัดนครปฐม มีปริมาณตะกั่วตกค้างในไข่ขาวมากกว่าไข่แดงแต่ปริมาณที่ตกค้างไม่เกินที่กำหนดในประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 236) พ.ศ.2544 เรื่องไข่เยี่ยวม้า ส่วนไข่เยี่ยวม้าประเภทไข่เป็ดที่ผลิตจากจังหวัดชลบุรี และ ไข่เยี่ยวม้าประเภทไข่ไก่ที่ผลิตจากจังหวัดปทุมธานีมีปริมาณตะกั่วตกค้างในไข่ขาวมากกว่าไข่แดงเช่นกันแต่ปริมาณที่ตกค้างเกินจากที่กำหนดในประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับดังกล่าว

สวพ.
มหร.สุวรรณภูมิ

ABSTRACT

The purpose of this research is to analyze the amount of lead substance contained in the preserved duck and chicken egg made in various sources where has not been standardized from Food and Drug Administration and distributed in Phra Nakorn Si Ayutthaya Province. It is found that preserved duck egg made in Bangkok, Suphan Buri and Nakorn Phatom contains more lead in egg white than in egg yolk whereas such contained lead amount is not exceed than the rate announced in Announcement of Ministry of Public Health (Volume 236) B.E. 2544. Similarly, the preserved duck egg from Chon Buri Province and the preserve chicken egg from Phatum Thani Province contains more lead in egg white than in egg yolk but such contained lead amount is exceed the specific rate.

สวพ.
มหาสารคาม

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีเนื่องเพราะผู้วิจัยได้รับความช่วยเหลือ และได้รับการสนับสนุนจากหน่วยงาน / บุคคลที่เกี่ยวข้องดังนี้

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ให้การสนับสนุนทุนสำหรับการวิจัย

อาจารย์อรุณี ชัยศรี อาจารย์คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ที่ให้คำปรึกษาในการทำงานวิจัยอย่างดียิ่ง

ผู้วิจัยจึงขอขอบคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

วรรณา ศรีเพ็ชราพร

สวพ.
มทร.สุวรรณภูมิ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
ABSTRACT	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญภาพ	ฉ
สารบัญตาราง	ช
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญ และที่มาของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	3
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	3
1.4 นิยามศัพท์	3
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 ตะกั่ว	4
2.2 ไข่เยี่ยวม้า	10
2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	14
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	19
3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์	19
3.2 สารเคมี	19
3.3 การเตรียมตัวอย่างไข่เยี่ยวม้า	20
3.4 การย่อยตัวอย่างไข่เยี่ยวม้า	20
3.5 การเตรียมสารเคมี	20
3.6 การวิเคราะห์ปริมาณตะกั่วในไข่เยี่ยวม้า	21

สวพ. มทร.สุวรรณภูมิ

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการวิจัย	22
4.1 ผลการวิเคราะห์ปริมาณตะกั่วในไข่เยี่ยวม้าประเภทไข่เป็ด	22
4.2 ผลการวิเคราะห์ปริมาณตะกั่วในไข่เยี่ยวม้าประเภทไข่ไก่	23
บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผล ข้อเสนอแนะ	24
5.1 สรุปผล	24
5.2 อภิปรายผล	24
5.3 ข้อเสนอแนะ	24
บรรณานุกรม	25
ภาคผนวก	27
ประวัติผู้วิจัย	36

สวพ. มทร.สุวรรณภูมิ

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2-1	ไข่เยี่ยวม้า	10
2-2	ไข่เยี่ยวม้าประเภทไข่เป็ดจำแนกตามแหล่งผลิต	13
2-3	ไข่เยี่ยวม้าประเภทไข่ไก่แหล่งผลิตจากจังหวัดปทุมธานี	14
4-1	แสดงการเปรียบเทียบปริมาณตะกั่วที่ตกค้างในไข่ขาวและไข่แดงของไข่เยี่ยวม้าประเภทไข่เป็ดและไข่ไก่ ที่ผลิตจากแหล่งต่างๆ และส่งมาจำหน่ายในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา	23

สวพ. มทร.สุวรรณภูมิ

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	แสดงมาตรฐานตะกั่วในบรรยากาศ	9
4.1	แสดงปริมาณตะกั่ว (Pb) ที่ตกค้างในไข่ขาวและไข่แดงของไข่เยี่ยวม้าประเภทไข่เป็ดที่จำหน่ายในจังหวัดพระนครศรีอยุธยาจำแนกตามแหล่งผลิต	22
4.2	แสดงปริมาณตะกั่ว (Pb) ที่ตกค้างในไข่ขาวและไข่แดงของไข่เยี่ยวม้าประเภทไข่ไก่ผลิตจากจังหวัดปทุมธานีและส่งมาจำหน่ายในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา	23

สวพ. มทร.สุวรรณภูมิ

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญ และที่มาของปัญหา

ไข่เยี่ยวม้า (preserved egg) หมายถึง ไข่ที่ทำให้ไข่ขาวมีลักษณะเป็นวุ้นสีน้ำตาลไหม้หรือสีชาเข้ม มีไข่แดงเป็นยางมะตูมหรือแข็งกว่า (semisolid yolk) ซึ่งมีสีเขียวอมน้ำตาลหรือสีเทาอมเขียว เป็นการแปรรูปไข่เพื่อการบริโภครูปแบบหนึ่งของคนจีนที่มีมาแต่โบราณกาล คนจีนเรียกว่า เหอี่ยหม่า หรือจี๋ไฮ่ สันนิฐานว่าเกิดขึ้นประมาณ 600 ปีที่ผ่านมาในมณฑลหูหนานในช่วงราชวงศ์หมิง เมื่อชาวบ้านพบไข่เป็ดในสระว่ายน้ำตื้นในแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้สำหรับงานปูนในระหว่างการก่อสร้างบ้าน และพบว่าไข่ดิบที่ถูกกลบอยู่ในบ่อปูนขาว ประมาณ 2 เดือน มีกลิ่น รสเฉพาะตัวและสามารถนำมารับประทานได้ จึงพัฒนาวิธีทำไข่เยี่ยวม้าขึ้น โดยการใช้กรรมวิธีทำให้เป็นด่างซึ่งถือว่าเป็นการถนอมอาหารรูปแบบหนึ่ง สามารถทำได้กับไข่เป็ด ไข่ไก่ และไข่นกกระทา ไข่เยี่ยวม้ามีวิธีทำสองวิธีคือ พอกด้วยสารผสมบางชนิด เช่น ปูนขาว เกลือ ขี้เถ้าไม้ และใบชา และดองด้วยสารละลายด่าง ไข่เยี่ยวม้าประกอบด้วย โปรตีนในปริมาณสูง นอกจากนี้ยังประกอบด้วยไขมัน คาร์โบไฮเดรต วิตามิน และแร่ธาตุที่สำคัญ เช่น แคลเซียม ฟอสฟอรัส และเหล็ก ไข่เยี่ยวม้าจึงเป็นอาหารที่มีประโยชน์ต่อร่างกายและมีราคาถูก มีผู้นิยมนำมาประกอบอาหารเมนูต่างๆมากมาย เช่น ไข่เยี่ยวม้ากะเพรากรอบ ยำไข่เยี่ยวม้า โจ๊กหมูไข่เยี่ยวม้า เป็นต้น นอกจากนี้ไข่เยี่ยวม้ายังมีข้อดีกว่าไข่สด คือ สามารถเก็บไว้ได้นาน 6 เดือน ถึง 1 ปี ไม่แตกร้าวง่ายจึงสะดวกในการขนส่ง อนึ่งในขบวนการผลิตไข่เยี่ยวม้าเกิดปัญหาการคืนตัวของไข่ขาวทำให้เกิดรูปทรงที่ไม่น่าดู ผู้ผลิตบางรายจึงเติมออกไซด์ของตะกั่วหรือสารตะกั่วลงในส่วนผสมของสารที่ใช้ทำไข่เยี่ยวม้าเพื่อควบคุมความเป็นกรดด่างให้คงที่ ซึ่งจะทำให้ไข่ขาวแข็งตัวได้สม่ำเสมอ ทำให้พบว่ามีสารตะกั่วปนเปื้อนอยู่ในไข่เยี่ยวม้าด้วย ตะกั่วเป็นโลหะหนักที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพเป็นอย่างมาก เมื่อตะกั่วเข้าสู่ร่างกายจะถูกดูดซึม และมักสะสมอยู่ในกระดูกเป็นส่วนใหญ่ นอกจากนี้ยังสะสมได้ที่ สมอง ปอด ตับ ม้าม ไต เส้นผม และไขกระดูก อาการพิษจากตะกั่วหรือโรคพิษตะกั่วจะเกิดขึ้นเมื่อมีปริมาณตะกั่วสะสมในร่างกายในระดับสูงเกินเกณฑ์ ซึ่ง Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA) ได้กำหนดเกณฑ์ความปลอดภัยสูงสุดของตะกั่วที่ร่างกายรับเข้าไปต่อสัปดาห์ ในผู้ใหญ่คือ 50 ไมโครกรัมต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม เมื่อรับประทานตะกั่วที่ปนเปื้อนในไข่เยี่ยวม้าพบว่าตะกั่วจะเกิดปฏิกิริยากับกรดไฮโดรคลอริก (HCl) ในกระเพาะอาหาร ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างทางเคมีไปเป็นเกลือ

ตะกั่วคลอไรด์ที่ละลายได้ดีมากขึ้นและถูกดูดซึมเข้าสู่ร่างกายผ่านลำไส้ อาการพิษจากตะกั่วในผู้ใหญ่เริ่มจากเบื่ออาหาร คลื่นไส้ อาเจียน ท้องผูก หรืออาจมีอาการท้องเสียร่วมด้วย อาการที่สำคัญ คือ ปวดท้องอย่างรุนแรง นอกจากนี้ยังอาจพบว่าที่เหงือกมีแนวเส้นตะกั่ว (lead line) ซึ่งเกิดจากการเกาะของตะกั่วซัลไฟด์ (lead sulfide) ทำให้มีลักษณะเป็นแต้มสีน้ำเงินและดำจับอยู่ที่ขอบเหงือกต่อกับฟัน โดยเฉพาะฟันหน้ากรามและฟันกราม อาการทางระบบประสาทส่วนปลาย ได้แก่ อาการกล้ามเนื้อแขนและขาอ่อนแรง บางครั้งปวดตามกล้ามเนื้อและข้อต่าง ๆ ถ้าร่างกายได้รับตะกั่วเข้าไปในปริมาณสูงและติดต่อกันเป็นเวลานานจะทำให้กล้ามเนื้อเป็นอัมพาต เช่น กล้ามเนื้อที่ใช้เหยียดข้อมืออ่อนแรง ทำให้เกิดอาการที่เรียกว่ามือห้อย (wrist drop) ส่วนมากจะเป็นเฉพาะที่กล้ามเนื้อข้างใดข้างหนึ่งของแขนหรือขาเท่านั้น อาการทางสมองจากพิษของตะกั่วเป็นอาการที่รุนแรงที่สุด เริ่มด้วยอาการตื่นเต้น นอนไม่หลับ ฝันร้าย อารมณ์ฉุนเฉียว ขาดสติ และในที่สุดอาจชัก หมดสติ และเสียชีวิตได้ อาการทางโลหิตพบว่าผู้ป่วยมักมีอาการซีด โลหิตจาง อ่อนเพลีย นอกจากอาการดังกล่าวแล้วผู้ป่วยมักมีอาการปวดศรีษะ มึนงง ความดันโลหิตสูง ไตและสมองถูกทำลาย 9 ในรายที่เป็นพิษตะกั่วเรื้อรังพบว่ามีอาการตัวเหลืองและตาเหลืองร่วมด้วย

สำหรับพิษตะกั่วในเด็กพบว่าตะกั่วมีพิษต่อระบบประสาท โดยตะกั่วจะทำลายทั้งระบบประสาทส่วนกลางและระบบประสาทส่วนปลาย เกิดอัมพาตของกล้ามเนื้อ มีอาการเท้าห้อย (foot drop) ทำให้ระดับสติปัญญาลดต่ำลง นอกจากนี้ยังทำให้เกิดอาการผิดปกติทางจิตประสาทอีกด้วย พิษของตะกั่วในระบบทางเดินปัสสาวะของเด็กพบว่าตะกั่วมีพิษต่อไต ทำให้เซลล์ที่ proximal tubule ในไตเสียหาย หากมีอาการรุนแรงเฉียบพลันจะพบกรดอะมิโน น้ำตาล และเกลือฟอสเฟตในปัสสาวะในปริมาณที่สูงมาก เกิดไตวาย และมีความดันโลหิตสูง ตะกั่วจะออกฤทธิ์ขัดขวางการดูดซึมและการใช้ธาตุเหล็กจึงทำให้ร่างกายหยุด สร้างเม็ดเลือดแดง อายุของเม็ดเลือดแดงสั้นลง เม็ดเลือดแดงจะแตกง่าย เกิดภาวะโลหิตจาง มีการขับสาร coproporphyrin ออกมาในปัสสาวะมากขึ้น ตะกั่วมีพิษต่อหัวใจโดยทำให้กล้ามเนื้อหัวใจอักเสบ (myocarditis) สำหรับในระบบทางเดินอาหารของเด็กนั้นพบว่าตะกั่วทำให้เกิดการบีบเกร็ง ของกล้ามเนื้อเรียบจึงมีอาการปวดท้อง ในตับพบว่าตะกั่วทำลายตับและขัดขวางการสร้างวิตามินดีที่ตับ จึงทำให้เด็กเจริญเติบโตช้า10ทารกในครรภ์หรือเด็กที่ได้รับน้ำนมจากมารดาที่ได้รับอาหารจากการปนเปื้อนของตะกั่วจะเจริญเติบโตช้า และระดับสติปัญญาลดลง

จากอันตรายของตะกั่วจากการบริโภคไข่เยี่ยวม้า ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะทำการวิเคราะห์ปริมาณตะกั่วในไข่เยี่ยวม้าที่ผลิตจากแหล่งต่างๆ เฉพาะที่ยังไม่ได้รับการรับรองมาตรฐานจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา (อย.) และส่งมาจำหน่ายในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา ทั้งประเภทไข่เป็ด

สำนักวิทยบริการฯ

และไข่ไก่ เพื่อทำให้ทราบข้อมูลสำหรับการบริโภคที่ปลอดภัยตลอดจนข้อมูลสำหรับการพัฒนาคุณภาพไข่เยี่ยวม้า อันจะก่อให้เกิดผลดีต่อผู้บริโภค และต่อกลุ่มผู้ผลิต

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อวิเคราะห์ปริมาณตะกั่วในไข่เยี่ยวม้าที่จำหน่ายในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา ซึ่งยังไม่ได้รับการรับรองมาตรฐานจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา (อย.)

2. เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ปริมาณตะกั่วกับค่ามาตรฐานที่กำหนดตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 236) พ.ศ. 2544 เรื่องไข่เยี่ยวม้า

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

เป็นการวิเคราะห์ปริมาณตะกั่วในไข่เยี่ยวม้าที่ผลิตจากแหล่งต่างๆ เฉพาะที่ยังไม่ได้รับการรับรองมาตรฐานจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา (อย.) และส่งมาจำหน่ายในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา ทั้งประเภทไข่เป็ดและไข่ไก่ โดยวิเคราะห์ปริมาณที่ตกค้างอยู่ในไข่ขาวและไข่แดง

1.4 นิยามศัพท์

ตะกั่ว หมายถึง : หมายถึงธาตุลำดับที่ 82 อยู่ในหมู่ **IV**A ของตารางธาตุ สัญลักษณ์คือ Pb เป็นโลหะหนักสีเทาปนน้ำเงินมีสถานะเป็นของแข็งสามารถทำให้อ่อน โค้งงอ และดัดแปลงเป็นรูปต่างๆได้ ปัจจุบันมีการนำตะกั่วมาใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆมากมาย แต่หากมีการตกค้างปนเปื้อนของตะกั่วในสิ่งแวดล้อมในลักษณะต่าง ๆ เช่น ปนเปื้อนในอาหาร ในดิน ในอากาศ และอื่น ๆ จะทำให้คุณภาพของสิ่งแวดล้อมลดลง ส่งผลต่อสุขภาพของมนุษย์ และสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ

ไข่เยี่ยวม้า หมายถึง ไข่ที่ผ่านกรรมวิธีทำให้เป็นด่าง ไข่ขาวมีลักษณะเป็นวุ้นสีน้ำตาลไหม้หรือสีชาเข้ม ไข่แดงเป็นยางมะตูมลักษณะแข็งกว่ามีสีเขียวอมน้ำตาล หรือสีเขียวอมเทา ซึ่งในการวิจัยนี้จำกัดเฉพาะไข่เยี่ยวม้าที่ยังไม่ได้รับการรับรองมาตรฐานจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา (อย.) และจำหน่ายในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทำให้ทราบปริมาณตะกั่วในไข่เยี่ยวม้าที่จำหน่ายในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา ซึ่งยังไม่ได้รับการรับรองมาตรฐานจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา (อย.)

2. ทำให้ทราบอันตรายของการปนเปื้อนของตะกั่วในไข่เยี่ยวม้า

3. ทำให้ทราบข้อมูลสำหรับการพัฒนาคุณภาพไข่เยี่ยวม้าเพื่อการบริโภคที่ปลอดภัยต่อสุขภาพ

สกพ. มหาวิทยาลัยราชภัฏ

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่องการวิเคราะห์ปริมาณตะกั่วในไข่เยี่ยวม้า ผู้วิจัยได้ค้นคว้าเอกสาร หนังสือ วารสาร บทความ และงานวิจัยต่างๆที่เกี่ยวข้อง และนำเสนอดังหัวข้อต่อไปนี้

2.1 ตะกั่ว

2.2 ไข่เยี่ยวม้า

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ตะกั่ว

ตะกั่วเป็นธาตุลำดับที่ 82 อยู่ในหมู่ **IV**A ของตารางธาตุ สัญลักษณ์คือ Pb มีสมบัติต่าง ๆ คือ มวลอะตอม 207.19 จุดเดือด 1725 องศาเซลเซียส จุดหลอมเหลว 327.4 องศาเซลเซียส ความหนาแน่น 11.34 g/ml มีวาเลนซี 0, 2, 4 จึงมีเลขออกซิเดนได้ 2 ค่า คือ +2 และ +4 ในธรรมชาติมีอยู่ 4 ไอโซโทปคือ ^{204}Pb, ^{206}Pb, ^{207}Pb, และ ^{208}Pb **ตะกั่วเป็นโลหะหนักสีเทาปนน้ำเงินสามารถทำให้อ่อนโค้งงอและดัดแปลงเป็นรูปต่าง ๆ ได้** แหล่งกำเนิดของตะกั่วมีทั้งจากแหล่งธรรมชาติและแหล่งที่มนุษย์สร้างขึ้น เนื่องจากมนุษย์นำตะกั่วมาใช้ประโยชน์เป็นวัตถุดิบในการผลิตในอุตสาหกรรมต่าง ๆ จากขบวนการผลิตและการจัดการที่ไม่เหมาะสม ทำให้เกิดสารตกค้างปนเปื้อนของตะกั่วในสิ่งแวดล้อมในลักษณะต่างๆ เช่น ปนเปื้อนในอาหาร ในดิน ในน้ำ ในอากาศ และอื่นๆ ทำให้คุณภาพของสิ่งแวดล้อมลดลง ส่งผลต่อสุขภาพของมนุษย์ และสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ มากมาย

อนึ่งตะกั่วที่นำมาใช้ในอุตสาหกรรมแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะใหญ่ ๆ คือ ตะกั่วอนินทรีย์ (Inorganic lead) และตะกั่วอินทรีย์ (Organic lead)

1. ตะกั่วอนินทรีย์ (Inorganic lead) : ตะกั่วอนินทรีย์ที่ใช้ในอุตสาหกรรม ได้แก่ โลหะตะกั่ว สารประกอบตะกั่วออกไซด์ และสารประกอบของเกลือตะกั่ว ซึ่งมีลักษณะการนำไปใช้พอสังเขปดังนี้

โลหะตะกั่ว : ใช้ทำโลหะผสม ใช้ทำลูกปืน ทำระฆัง ผงเชื่อมบัดกรีโลหะ โรงงานผลิตอาหารกระป๋องที่ใช้ผงบัดกรีประเภทที่มีตะกั่วปน อาจเกิดการปนเปื้อนของตะกั่วในอาหารจากความร้อนที่ใช้ในการบัดกรี หรือเชื่อมบริเวณต่าง ๆ ของกระป๋อง

สารประกอบตะกั่วออกไซด์ : เลดออกไซด์ (Lead oxide) หรือตะกั่วแดง (Red lead) ใช้ทำสีโลหะเพื่อกันสนิม เลดไดออกไซด์ (Lead dioxide) ใช้ทำอิเล็กโทรดของแบตเตอรี่รถยนต์ และเครื่องจักร ส่วนเลดมอนอกไซด์ (Lead monoxide) ทำสารสีเหลืองผสมอาหาร

สารประกอบของเกลือตะกั่ว : เนื่องจากเกลือของตะกั่วมีสีที่แตกต่างกัน จึงนิยมใช้ทำแม่สีหรือผสมทำให้เกิดสีต่าง ๆ เช่น เลดโครเมตร (Lead chromate) ใช้ทำสีเหลืองผสมในสีน้ำมัน หมึกพิมพ์ ผงฝุ่นสีเหลือง หรือนำเลดไฮดรอกไซด์(Lead hydroxide) มาผสมกับเลดคาร์บอเนต (Lead carbonate) จะมีสีเป็นสีขาว

2. ตะกั่วอินทรีย์ (Organic lead) : ตะกั่วอินทรีย์ที่ใช้ในอุตสาหกรรม ได้แก่ เตตระเอธิลเลด (Tetraethyl lead) และ เตตระเมธิลเลด (Tetramethyl lead) ซึ่งนำมาผลิตเป็นสารกันน็อค โดยผสมในน้ำมันเพื่อป้องกันการกระตุกของเครื่องยนต์เวลาทำงาน อีกทั้งยังทำให้น้ำมันมีค่าออกเทนสูงขึ้น แหล่งกำเนิดที่สำคัญได้แก่ การเผาไหม้เชื้อเพลิงจากยานพาหนะและเครื่องจักร ซึ่งเมื่อเผาไหม้ไม่หมด ประมาณร้อยละ 70 ของตะกั่วอินทรีย์จะถูกขับออกมาทางท่อไอเสีย ปะปนอยู่ในอากาศ เป็นอันตรายต่อสุขภาพ เพราะสามารถละลายในไขมัน จึงสามารถซึมผ่านผิวหนังและเซลล์ได้ดี รัฐบาลได้เห็นความสำคัญของอันตรายดังกล่าว จึงประกาศห้ามผลิตน้ำมันสูตรที่มีการผสมสารประกอบของตะกั่วทุกชนิด ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2539 เพื่อช่วยในการลดปริมาณการปนเปื้อนของตะกั่วในอากาศให้น้อยลง

2.1.1 แหล่งกำเนิดของตะกั่ว

1. แหล่งธรรมชาติ

ตะกั่วในธรรมชาติ จะพบปรากฏทั่วไปตามผิวโลก ทั้งในดิน หิน น้ำ หรืออากาศ ตะกั่วในดินพบในปริมาณความเข้มข้น 13 มิลลิกรัม/กิโลกรัม โดยจะพบในดินด่างมากกว่าดินกรด ในรูปสารประกอบที่ไม่ละลายน้ำ หรือเกลือที่ละลายน้ำได้เล็กน้อย เช่น เลดคาร์บอเนต (lead carbonate) เลดฟอสเฟต (lead phosphate) เป็นต้น ตะกั่วในหินโดยเฉลี่ยพบในปริมาณ 5.25 มิลลิกรัม/กิโลกรัม สำหรับตะกั่วในแหล่งน้ำ และอากาศพบในปริมาณที่แตกต่างกันไปแล้วแต่สภาพของในแต่ละพื้นที่

2. แหล่งที่มนุษย์สร้างขึ้น

การปนเปื้อนของตะกั่วในสิ่งแวดล้อมจากการกระทำของมนุษย์ ในปัจจุบันก่อให้เกิดปัญหาต่าง ๆ มากมายอันเนื่องจากกิจกรรมต่าง ๆ ได้แก่

สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- โรงงานอุตสาหกรรม : โรงงานอุตสาหกรรมประเภทต่าง ๆ เป็นแหล่งใหญ่ที่ปล่อยตะกั่วเข้าสู่สิ่งแวดล้อมโดยทางอากาศ และทางน้ำที่มาจากกระบวนการผลิตที่มีตะกั่วปนอยู่ เช่น จากโรงงานอุตสาหกรรมเคมีต่าง ๆ โรงงานผลิตโลหะ โรงงานถลุงโลหะ โรงงานถลุงตะกั่วจากกากแบตเตอรี่ โรงงานผลิตสีทาบ้าน โรงงานผลิตเครื่องเคลือบดินเผา (ใช้โลหะหนักเป็นส่วนผสมเพื่อให้เครื่องเซรามิกที่ผิวเรียบและเงางาม) และเหมืองต่าง ๆ
- การจราจร : การใช้สารประกอบของตะกั่วประเภทเตตระเอธิลเลด และเตตระเมธิลเลดเติมลงในน้ำมันเบนซินเพื่อป้องกันการน๊อคของเครื่องยนต์ แต่ตะกั่วจะถูกปล่อยออกมาทางท่อไอเสียในรูปต่าง ๆ เช่น เลดเฮไลด์ (Lead halide) เตตระเอธิลเลด (Tetraethyl lead) เอธิลีนไดคลอไรด์ (Ethylene dichloride) เอธิลีนไดโบรไมด์ (Ethylene dibromide) เป็นต้น ซึ่งจะตกค้างในอากาศและสิ่งแวดล้อมในบริเวณละแวกนั้น มีการวิจัยพบว่า ปริมาณตะกั่วในอากาศมีความสัมพันธ์กับความหนาแน่นของการจราจร ระยะห่างจากแหล่งกำเนิดเครื่องยนต์และระยะเวลา นอกจากนี้ยังพบว่าตะกั่วในดิน และในพืชเพิ่มขึ้นตามการเพิ่มความหนาแน่นของการจราจรประจำวันโดยเฉลี่ย สำหรับการแพร่กระจายนั้นพบว่าระดับของตะกั่วจะเพิ่มขึ้นในอาณาเขต 100 เมตรใกล้ ๆ กับขอบถนน และร้อยละ 58 ของตะกั่วจะอยู่ในดินลึก 5 เซนติเมตร ภายในระยะห่าง 250 เมตรจากถนนหลวง (วะนิดา แสงสี และสุวรรค์ พันนาราช , 2549)
- การเกษตร : ปัจจุบันมีการนำสารเคมีมาใช้ในขบวนการผลิตทางการเกษตรมากมาย ทั้งในลักษณะของสารเคมีกำจัดศัตรูพืช ปุ๋ยเคมี ซึ่งสารเคมีเหล่านี้ บางชนิดมีตะกั่วเป็นองค์ประกอบอยู่ในปริมาณมากน้อยต่างกัน
- ชุมชน : วัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ จากบ้านเรือนและชุมชนต่าง ๆ ที่มีตะกั่วเป็นส่วนผสม เช่น วัสดุก่อสร้าง สีทาบ้าน กระป๋องบรรจุอาหาร ภาชนะเครื่องใช้ กระสุนปืน ท่อน้ำ เป็นต้น

2.1.2 การเข้าสู่ร่างกายของตะกั่ว

ตะกั่ว และสารประกอบตะกั่วเข้าสู่ร่างกายมนุษย์ได้ดังนี้

1. ทางปาก โดยการกิน และดื่มเข้าไปกับอาหาร น้ำ หรือเครื่องดื่มที่ปนเปื้อนตะกั่ว หรือในกรณีที่เด็ก ๆ กัดกินของเล่นที่มีตะกั่วผสมหรือเก็บของที่ตกกินโดยรู้เท่าไม่ถึงการณ์ เช่นสะเก็ดสี ฝากระป๋องต่าง ๆ นอกจากนี้ตะกั่วในบรรยากาศก็สามารถเข้าสู่ร่างกายทางปากได้ขณะกินอาหาร หรือการสูบบุหรี่ ตะกั่วเมื่อตกถึงกระเพาะอาหารจะทำปฏิกิริยากับน้ำย่อยและกรดไฮโดรคลอริกในกระเพาะทำให้ละลายแล้วถูกดูดซึมโดยลำไส้เล็ก ส่วนที่เหลือจะถูกขับออกทางอุจจาระ ตะกั่วที่เข้าสู่ร่างกายจะมีการสะสมที่ตับ ตับอ่อน ไต ม้าม ลูกอัณฑะ หัวใจ สมอง เป็นต้น ก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพ

สำนักวิทยบริการ มหาวิทยาลัยสุราษฎร์ธานี

2. ทางการหายใจ โดยการสูดหายใจฝุ่น ควัน ไอระเหย ของตะกั่วที่แพร่กระจายอยู่ในสิ่งแวดล้อม ซึ่งมีสาเหตุจากโรงงานอุตสาหกรรมที่ใช้ตะกั่วในขบวนการผลิตแต่ขาดการควบคุมดูแลอย่างถูกต้องเหมาะสม ไอระเหยและฝุ่นควันของตะกั่วจะถูกดูดซึมได้ทุกส่วนของระบบทางเดินหายใจ ตั้งแต่รูจมูกถึงปลายสุดของถุงลมเล็ก ๆ ของปอด และสามารถกระจายไปทั่วร่างกายผ่านทางกระแสเลือด

3. ทางผิวหนัง โดยการสัมผัสกับสารที่มีตะกั่วเป็นองค์ประกอบ ตะกั่วที่ได้รับการสัมผัสทางผิวหนังส่วนใหญ่เป็นตะกั่วอินทรีย์ ซึ่งสามารถละลายได้ในไขมันทำให้สามารถซึมผ่านผิวหนังและเซลล์ได้ดี แม้ว่าตะกั่วอนินทรีย์ไม่สามารถซึมผ่านผิวหนังได้ แต่สามารถเข้าสู่ร่างการได้ทางรอยแผลหรือรอยถลอก

อนึ่งตะกั่วที่ถูกดูดซึมสามารถขับออกจากร่างกายทางปัสสาวะ โดยกระบวนการกรองของไตประมาณร้อยละ 75-80 และขับทางอุจจาระประมาณร้อยละ 15 นอกจากนี้อาจถูกขับจากน้ำดี เหงื่อ และน้ำนม

2.1.3 ความเป็นพิษของตะกั่ว

ตะกั่วเมื่อเข้าสู่ร่างกายแล้ว บางส่วนจะสะสมตกค้างในร่างกาย ก่อให้เกิดอันตรายแตกต่างกันตามวัยและตามสภาพภูมิคุ้มกันของแต่ละคน บางคนมีความต้านทานพิษตะกั่วได้มาก บางคนมีความต้านทานน้อยเมื่อได้รับตะกั่วเพียงเล็กน้อยก็แสดงอาการเจ็บป่วยได้ โดยปกติเด็กสามารถดูดซึมตะกั่วได้มากกว่าผู้ใหญ่ ดังนั้นเด็กจึงมีอาการเป็นโรคแพ้พิษตะกั่วได้รวดเร็วรุนแรง และเป็นอันตรายมากว่าผู้ใหญ่ โรคพิษตะกั่วอาจเกิดขึ้นได้โดยฉับพลันและแบเรื้อรัง รายละเอียดดังนี้

1.โรคพิษตะกั่วแบบเฉียบพลัน : ผู้ป่วยจะได้รับตะกั่วปริมาณมากในระยะเวลาสั้น ทำให้รู้สึกฝืดคอ กระหายน้ำ มีกลิ่นโลหะในปาก คลื่นไส้ อาเจียน ปวดท้องอย่างรุนแรง อุจจาระมีเลือดหรือมีสีดำ มีอาการทางระบบประสาทเกิดความคิดสับสน สูญเสียทักษะบางอย่าง การทำงานของอวัยวะในร่างกายไม่ประสานกัน บางรายมีอาการกระตุกของกล้ามเนื้อ เป็นตะคริว นอนไม่หลับ เศร้าซึม ปัสสาวะน้อยลง มีเมือกในปัสสาวะทำให้เจ็บไต อาจเสียชีวิตภายใน 2-3 วัน (อาจเกิดอาการชัก หมดสติ) โรคพิษตะกั่วแบบเฉียบพลันพบในเด็กมากกว่าผู้ใหญ่

2.โรคพิษตะกั่วแบบเรื้อรัง : ผู้ป่วยจะได้รับตะกั่วในปริมาณน้อยแต่ค่อย ๆ สะสมในร่างกายสูงขึ้น เป็นเวลานาน ก่อให้เกิดอันตรายต่อระบบต่าง ๆ ในร่างกายดังนี้

- ระบบประสาทส่วนกลาง ระบบสมอง : ตะกั่วจะทำลายระบบประสาทที่มีหน้าที่จดจำเรียนรู้และเกี่ยวกับการรับความรู้สึก ตะกั่วที่สะสมในเนื้อเยื่อสมองจะทำลายเซลล์ประสาท เกิดภาวะสมองอักเสบ มีอาการปวดศีรษะ อ่อนเพลีย การทรงตัวไม่ดี เซง่าย ถ้าอาการรุนแรงจะมีการอาการสั่น

สำนักวิทยบริการฯ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

เวลาเคลื่อนไหว ซึม คิดช้า ความจำเสื่อม นอนไม่หลับ ประสาทหลอน อาจเพ้อคลั่ง วิงเวียน ชัก หมดสติ เป็นอัมพาต หากมีอาการนาน ๆ มากอาจกลายเป็นใบ้หรือตาบอดได้ เนื่องจากประสาทตาฝ่อ และเกิดความผิดปกติในการทำงานของกล่องเสียง

- ระบบโลหิต : ตะกั่วจะยับยั้งเอนไซม์สำคัญที่ใช้สร้างเม็ดเลือด ทำให้ร่างกายมีเม็ดเลือดน้อย ทำให้ลักษณะของเม็ดเลือดแดงเปลี่ยนไป แตกง่าย อายุของเม็ดเลือดแดงสั้นกว่าปกติ ตะกั่วยับยั้งการสร้างฮีม และฮีโมโกลบินซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญในเม็ดเลือดแดงในการนำทางออกซิเจนไปสู่ส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย เกิดภาวะโลหิตจาง เกิดอาการอ่อนเพลีย เป็นลมง่าย

- ระบบทางเดินปัสสาวะ : ตะกั่วจะทำลายเซลล์ของท่อเล็ก ๆ ของไต ทำให้เกิดความผิดปกติทั้งรูปร่างและหน้าที่ของไต เกิดภาวะไตล้มเหลวเรื้อรัง เกิดภาวะกรดยูริกคั่งในร่างกาย จนเกิดอาการของโรคเกาต์ อีกทั้งยังทำให้เกิดการแข็งกระด้าง และมีเยื่อพังผืดเหนี่ยวระหว่างเนื้อเยื่อของไต ทำให้ประสิทธิภาพของการกรองของเสียลดลงในที่สุดจนเกิดอาการไตวาย

- ระบบทางเดินอาหาร : ตะกั่วที่ได้รับสะสมเป็นเวลานาน ทำให้ผู้ป่วยมีอาการเบื่ออาหาร อาเจียน อาจมีอาการท้องผูก หรือท้องเดินได้ ปวดท้องแบบ Colic ซึ่งอาจสับสนกับโรคไส้ติ่งอักเสบเฉียบพลัน ผู้ป่วยส่วนใหญ่น้ำหนักตัวจะลดลง

- ลักษณะอื่น ๆ : ตะกั่วจะทำปฏิกิริยากับไฮโดรเจนซัลไฟด์ของแบคทีเรียในช่องปาก ทำให้เกิดเป็นเส้นสีน้ำเงินเทาเข้มที่เหงือก เรียกว่าอาการ lead line ซึ่งอาจพบได้ถึงร้อยละ 80 ของผู้ป่วยที่ได้รับตะกั่วสะสมเป็นเวลานาน ๆ

สถาบันวิทยบริการ
มหาวิทยาลัย

2.1.4 มาตรฐานของตะกั่ว

จากความเป็นพิษของตะกั่วดังกล่าว เพื่อความปลอดภัย จึงมีการกำหนดมาตรฐานของตะกั่วในสภาวะ ต่าง ๆ ดังนี้

1. มาตรฐานตะกั่วในบรรกาศ

ตารางที่ 2.1 : แสดงมาตรฐานตะกั่วในบรรยากาศ

ประเภทของสารตะกั่ว	ค่ามาตรฐานความปลอดภัยในบรรยากาศการทำงาน (มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)	
	ประกาศกระทรวงมหาดไทย	TLV (ACGIH)
ตะกั่วอนินทรีย์ ฝุ่นและไอ	0.2	0.05
ตะกั่วอินทรีย์		
- ตะกั่วเตตระเอทิล	0.075	0.1
- ตะกั่วเตตระเมทิล	0.07	0.15

2. มาตรฐานตะกั่วในเลือด

Biological Exposure Indices (BEls) ของ ACGIH เท่ากับ 30 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร
หมายเหตุ : ACGIH = American Conference of Governmental Industrial Hygienists, 2000

3. มาตรฐานอาหารที่มีสารปนเปื้อน

ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 98 (พ.ศ.2529) เรื่อง มาตรฐานอาหารที่มีสาร-ปนเปื้อน ประกาศ ณ วันที่ 21 มกราคม พ.ศ. 2529 กำหนดให้สารตะกั่วเป็นสารปนเปื้อนในอาหาร โดยตรวจพบสารปนเปื้อนได้ไม่เกินข้อกำหนดคือ ตะกั่ว 1 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม เว้นแต่อาหารที่มีสารตะกั่วปนเปื้อนตามธรรมชาติ (ที่มา :อ้างใน พิกุล เพ็ชรประเสริฐ , 2551)

ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 236) พ.ศ. 2544 เรื่องไข่เยี่ยวม้า ได้อธิบายว่าไข่เยี่ยวม้าหมายถึง ไข่ที่ผ่านกรรมวิธีทำให้เป็นด่าง อยู่ในสภาพที่จะนำไปบริโภคได้ ซึ่งไข่เยี่ยวม้าเป็นอาหารที่กำหนดคุณภาพหรือมาตรฐาน ดังนี้ ไม่มีจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค และตรวจพบตะกั่วได้ไม่เกิน 2 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม

สวพ. มหาสารคาม

2.2 ไข่เยี่ยวม้า

ภาพที่ 2-1 : ไข่เยี่ยวม้า

ที่มา: http://www.clipmass.comstory57870

ไข่เยี่ยวม้า (preserved egg) หมายถึง ไข่ที่ผ่านกรรมวิธีทำให้เป็นด่าง ไข่ขาวมีลักษณะเป็นวุ้นสีน้ำตาลไหม้หรือ สีชาเข้ม มีไข่แดงเป็นยางมะตูมหรือแข็งกว่า (semisolid yolk) ซึ่งมีสีเขียวอมน้ำตาลหรือสีเทาอมเขียว วิธีการทำไข่เยี่ยวม้า มี 2 วิธี คือ การพอกด้วยสารผสมบางชนิด (เช่น ปูนขาว เกลือ ขี้เถ้าไม้ และใบชา) และการดองในสารละลายด่าง เมื่อเก็บไข่เยี่ยวม้าไว้นานกว่า 5 เดือน ไข่ขาวจะแข็งคล้ายวุ้นมีสีกาแฟและไข่แดงมีสีเทาอมเขียว การดองไข่ในส่วนผสมของสารละลายด่างจะได้ไข่เยี่ยวม้าที่พร้อมนำมารับประทานภายในระยะเวลาที่สั้นกว่าการเตรียมไข่เยี่ยวม้าแบบพอกด้วยสารผสม ซึ่งไข่เยี่ยวม้าชนิดดองที่ได้มาจะมีลักษณะของไข่ขาวและไข่แดงเหมือนกับลักษณะในไข่เยี่ยวม้าชนิดพอก ดังนั้นจึงนิยมทำไข่เยี่ยวม้าชนิดดองในสารละลายด่างมากกว่า ในที่นี้จึงขอกล่าวถึงไข่เยี่ยวม้าชนิดดองในสารละลายด่างโดยละเอียดต่อไป

ในระหว่างการดองไข่เยี่ยวม้าในสารละลายด่างจะเกิดการเปลี่ยนแปลง ดังนี้ การระเหยของน้ำภายในฟองไข่ซึ่งทำให้ช่องอากาศภายในฟองไข่มีขนาดใหญ่ขึ้น มีการเคลื่อนที่ของน้ำจากไข่ขาวเข้าสู่ไข่แดงผ่านเยื่อหุ้มไข่แดงจึงทำให้ ไข่แดงแตกง่าย ไข่ขาวข้นเปลี่ยนเป็นไข่ขาวใสเนื่องจากการ

เปลี่ยนแปลงโครงสร้างโมเลกุลของ โปรตีนในไข่ขาว ซึ่งการเปลี่ยนแปลงนี้จะทำให้แบคทีเรียเจริญเติบโตในไข่ได้ง่าย อย่างไรก็ตามโปรตีนหลายชนิดในไข่ขาวสามารถทำลายจุลินทรีย์ที่ผ่านเข้ามาในไข่ทางรูเปลือกไข่ได้ แต่ถ้าปริมาณจุลินทรีย์สูงมากเกินไปก็จะทำให้ไข่เน่าเสียได้ การดองไข่ในสารละลายด่างเป็นการเพิ่มค่าพีเอชหรือค่าความเป็นด่างให้กับไข่ เยี่ยวม้า ซึ่งมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของโปรตีนในไข่จึงทำให้ไข่เกิดการแข็งตัว และเปลี่ยนหมู่อะมิโน (NH_2) ของโปรตีนให้กลายเป็นแอมโมเนีย (NH_3) ดังนั้นไข่เยี่ยวม้าจึงมีกลิ่นแอมโมเนียซึ่งเป็นกลิ่นเฉพาะตัวของไข่เยี่ยวม้า

การทำไข่เยี่ยวม้าชนิดดองในสารละลายด่างที่ปลอดภัยสำหรับผู้บริโภคมักใช้วัตถุดิบที่ประกอบด้วย ไข่เป็ด โซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3) ปูนขาว (CaO) เกลือ ชาใบ (red tea leaf) น้ำ ซิงค์ออกไซด์ (ZnO) และแป้งมันสำปะหลัง1 คุณสมบัติของส่วนผสมชนิดต่าง ๆ ที่ใช้ในการดองไข่เยี่ยวม้า ได้แก่ เกลือจะช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ตกตะกอนโปรตีนในไข่ และช่วยเพิ่มรสชาติ โซเดียมคาร์บอเนต น้ำ และปูนขาว จะเกิดปฏิกิริยาเคมีร่วมกัน ทำให้เกิดด่างโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ที่ช่วยตกตะกอนโปรตีนในไข่และปรับค่าพีเอชให้เหมาะสม นอกจากนี้ปูนขาวยังช่วยเพิ่มแคลเซียมอีกด้วย ซิงค์ออกไซด์ช่วยทำให้วุ้นของไข่ขาวมีความคงตัว นอกจากนี้ซิงค์หรือสังกะสี (Zn) ยังทำปฏิกิริยากับ sulfhydryl group ของโปรตีนในไข่ขาวทำให้เกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อน ที่ทำให้โปรตีนรวมตัวกันแล้วตกตะกอน สำหรับแทนนิน (tannin) ในใบชาจะทำปฏิกิริยากับโปรตีนในไข่ทำให้โปรตีนในไข่ตกตะกอนได้เร็วขึ้น

ไข่เยี่ยวม้าชนิดดองในสารละลายด่างที่ดีควรมีลักษณะ ดังนี้ เปลือกไข่ไม่แตกร้าว ไม่บุบ ไม่มีจุดสีดำ ไข่ขาวเป็นวุ้นใสสีน้ำตาล อ่อนนุ่ม และมีความคงตัวดี ไข่แดงและไข่ขาวแยกจากกันชัดเจน ไข่แดงมีสีเทาหรือน้ำตาลอมเขียว เป็นยางมะตูมหรือแข็งกว่า มีกลิ่นและรสตามธรรมชาติ ไข่ขาวมีรสเค็มเล็กน้อย ไข่แดงมีรสมันและเค็มเล็กน้อย ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 236) พ.ศ. 2544 เรื่องไข่เยี่ยวม้า ได้อธิบายว่าไข่เยี่ยวม้า หมายถึง ไข่ที่ผ่านกรรมวิธีทำให้เป็นด่าง อยู่ในสภาพที่จะนำไปบริโภคได้ ซึ่งไข่เยี่ยวม้าเป็นอาหารที่กำหนดคุณภาพหรือมาตรฐาน ดังนี้ ไม่มีจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค และตรวจพบตะกั่วได้ไม่เกิน 2 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม นอกจากนี้ไข่เยี่ยวม้ายังเป็นอาหารที่ต้องมีฉลากแสดงอย่างถูกต้องตาม ประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง ฉลาก จุลินทรีย์ก่อโรคที่อาจพบได้ในไข่เยี่ยวม้า ได้แก่ Clostridium perfringens, Staphylococcus aureus และ Salmonella ทั้งนี้หากไข่เยี่ยวม้ามีกลิ่นของก๊าซไข่เน่าหรือไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) และ/หรือเกิดจุดสีเขียวของเชื้อราหรือแบคทีเรียภายในเปลือกไข่ ควรหลีกเลี่ยงการรับประทาน

ไข่เยี่ยวม้ามีคุณค่าทางอาหารใกล้เคียงกับไข่สด เพราะประกอบด้วยโปรตีนเป็นส่วนใหญ่ ไขมัน คาร์โบไฮเดรต นอกจากนี้ยังประกอบด้วยวิตามิน (วิตามินเอ วิตามินบี1 และบี 2) และเกลือแร่ (แคลเซียม

ปพก.สรรพสามิต

ฟอสฟอรัส และเหล็ก) เป็นต้น ในไข่แดงของไข่เยี่ยวม้ายังประกอบด้วยเลซิทิน (lecithin) ซึ่งมีปริมาณต่ำกว่าที่พบในไข่สด เนื่องจากเลซิทินถูกทำลายในระหว่างกระบวนผลิตไข่เยี่ยวม้าและในระหว่างการเก็บรักษา อย่างไรก็ตามไข่เยี่ยวม้ามีข้อดีกว่าไข่สด คือ สามารถเก็บไว้ได้นานประมาณ 6 เดือน ถึง 1 ปี ไม่แตกร้าวง่าย จึงสะดวกในการขนส่ง

มีรายงานการพบตะกั่วปนเปื้อนในไข่เยี่ยวม้าในปริมาณที่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค โดยผู้ผลิตมีการเติมออกไซด์ของตะกั่วหรือสารประกอบของตะกั่วลงในส่วนผสมที่ใช้ทำไข่เยี่ยวม้า เพื่อเป็นตัวควบคุมความเป็นกรดด่างให้คงที่ซึ่งจะทำให้ไข่ขาวแข็งตัวได้สม่ำเสมอ ทำให้พบตะกั่วในรูปของซัลไฟด์ปนเปื้อนอยู่ในไข่เยี่ยวม้า สังเกตได้จากไข่ขาวมีสีดำมากผิดปกติและมีสีขุ่นไม่เหมือนไข่เยี่ยวม้าทั่วไป ซึ่งไข่ขาวจากไข่เยี่ยวม้าที่ปราศจากตะกั่วจะมีลักษณะใสและสีน้ำตาลคล้ายสีกาแฟ ดังนั้นถ้าพบไข่เยี่ยวม้าที่มีไข่ขาวขุ่นและสีดำคล้ำผิดปกติควรละเว้นการรับประทานเพราะอาจทำให้เกิดพิษจากตะกั่วได้ (http://www.pharm.su.ac.th/cheminlife/cms/index.php/kitchen-room/preserved-egg.html)

อนึ่งสำหรับไข่เยี่ยวม้าที่ศึกษาครั้งนี้คือ ไข่เยี่ยวม้าที่ผลิตจากแหล่งต่างๆ เฉพาะที่ยังไม่ได้รับรองมาตรฐานจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา (อย.) และส่งมาจำหน่ายในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา ทั้งประเภทไข่เป็ดและไข่ไก่ โดยผู้วิจัยสำรวจจากตลาดประจำอำเภอต่างๆในจังหวัดพระนครศรีอยุธยาพบว่าไข่เยี่ยวม้าที่ผลิตจากไข่เป็ดและจำหน่ายในตลาดดังกล่าวมีผลิตจาก 4 แหล่งผลิต คือ 1. กรุงเทพมหานคร 2. จังหวัดสุพรรณบุรี 3. จังหวัดนครปฐม 4. จังหวัดชลบุรี ส่วนไข่เยี่ยวม้าที่ผลิตจากไข่ไก่มีพียง 1 แหล่งคือ จังหวัดปทุมธานี ซึ่งจากการสัมภาษณ์ผู้จำหน่ายแจ้งว่าไข่เยี่ยวม้าที่ผลิตจากไข่ไก่ลักษณะเปลือกบาง เสื่อมสภาพได้ง่ายกว่าจึงไม่นิยมรับมาเพื่อจำหน่าย

สถาบันวิทยบริการ มหาวิทยาลัยรามคำแหง

ภาพที่ 2-2 ไข่เยี่ยวม้าประเภทไข่เป็ดจำแนกตามแหล่งผลิต

(1. กรุงเทพมหานคร 2. จังหวัดสุพรรณบุรี 3. จังหวัดนครปฐม 4. จังหวัดชลบุรี)

ภาพที่ 2-3 ไข่เยี่ยวม้าประเภทไข่ไก่แหล่งผลิตจากจังหวัดปทุมธานี

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

วิรัช เรืองศรีตระกูล และคณะ (2541) ได้วิเคราะห์ปริมาณตะกั่วในอาหารโดยวิธีการอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโทรเมตรี พบว่าปริมาณน้ำหนักตัวอย่างที่เหมาะสมในการเตรียมตัวอย่างกุ้งแห้งตัวเล็กสีแดง เต้าหู้แผ่นสีเหลือง เกี๊ยวแผ่นสีเหลือง เส้นบะหมี่สีเหลือง และเขียว ลูกชิ้นปลาสีส้ม และซอสสีแดงมีค่าเท่ากับ 5.0, 20.0, 7.5, 12.5 และ 20.0 กรัม ตามลำดับ ตัวอย่างอาหารถูกย่อยอย่างสมบูรณ์เมื่อใช้เวลา 3 ชั่วโมง ค่าเฉลี่ยของปริมาณตะกั่วของตัวอย่าง ตัวอย่างกุ้งแห้งเล็กสีแดง เต้าหู้แผ่นสีเหลือง เกี๊ยวแผ่นสีเหลือง เส้นบะหมี่สีเหลือง และเขียว ลูกชิ้นปลาสีส้ม และซอสสีแดง มีค่าเท่ากับ 1.17+0.52(n=20), 0.10+0.03(n=20), 0.37+0.33(n=20), 0.04+0.03(n=20), 0.12+0.14(n=20) และ 0.28+0.11(n=20) มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมตามลำดับ จากการศึกษาทั้งหมดพบว่ามีกุ้งแห้งตัวเล็กสีแดงเพียง10ตัวอย่างเท่านั้นที่มีปริมาณตะกั่วเกินค่าความปลอดภัยโดยสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

อุดม ปลาทอง (2546) วิเคราะห์หาปริมาณตะกั่ว แคดเมียมและโครเมียมในผลิตภัณฑ์ปลาทูน่าในน้ำเกลือที่บรรจุกระป๋อง ด้วยเครื่องอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ พบว่าปริมาณตะกั่วจำนวน 1 เครื่องหมายการค้า และปริมาณแคดเมียมทุกเครื่องหมายการค้า มีค่าเกินมาตรฐานที่กระทรวงสารธารณสุขกำหนด ส่วนปริมาณโครเมียมมีค่าต่ำกว่ามาตรฐานของกระทรวงสาธารณสุข

พิกุล เพชรประเสริฐ (2551) วิเคราะห์ปริมาณตะกั่วในปลารมควันที่จำหน่ายในตลาดโรงเกลือ จังหวัดสระแก้ว โดยวิธีอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโตรโฟโตเมทรี ทำการศึกษาจากปลารมควันสองชนิดคือ ปลาสร้อย และปลาเนื้ออ่อนชนิดละ 10 ตัวอย่าง ซึ่งเก็บตัวอย่างในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2550 จากการศึกษาพบว่า ปริมาณตะกั่วที่ปนเปื้อนในปลารมควันชนิดปลาสร้อยมีปริมาณตั้งแต่ 3.1237+-0.1473 ถึง 4.8309+-0.1742 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และในปลาเนื้ออ่อนมีปริมาณตั้งแต่ 2.5413+-0.0932 ถึง 5.3721+-0.1742 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งปริมาณตะกั่วในปลารมควันทั้งสองชนิดที่ศึกษามีปริมาณตะกั่วมากกว่ามาตรฐานตามประกาศกระทรวงสาธารสุขฉบับที่ 98 (พ.ศ.2529) ที่กำหนดคือให้มีตะกั่วได้ไม่เกิน1มิลลิกรัมต่ออาหาร1กิโลกรัม

สุมลทา วาจาบัณฑิตย์ (2547) วิเคราะห์ปริมาณตะกั่วในกุ้งแห้งโดยวิธีอะตอมมิกแอบซอร์พ-ชันสเปกโทรเมตรี พบว่ากุ้งแห้งที่ผลิตในจังหวัดชลบุรีมีปริมาณตะกั่วโดยเฉลี่ยเท่ากับ 0.5754 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เมื่อทดสอบทางสถิติ (t-test) แล้วยืนยันว่าปริมาณตะกั่วในกุ้งแห้งที่ผลิตในจังหวัดชลบุรียังอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

วะนิดา แสงศรี และสวรรค์ พันยาราช (2548) ได้ศึกษาหาปริมาณตะกั่ว และแคดเมียมในเนื้อหมูโดยใช้วิธีอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโทรเมตรี พบว่าปริมาณแคดเมียมในเนื้อหมูสดของตลาดแม่กิมเฮง ตลาดสุรนคร ตลาดย่าโม และตลาดประปาอยู่ในช่วง 0.031-0.079, 0.022-0.079, 0.015-0.054, และ0.031-0.086 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัมตามลำดับ และผลการศึกษาปริมาณตะกั่วในเนื้อหมูสดของตลาดกิมเฮง ตลาดสุรนคร ตลาดย่าโม และตลาดประปาอยู่ในช่วง.00025-0.00050, 0.00025-0.00050, 0.00000-0.00075 และ0.00025-0.00075 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบปริมาณตะกั่วและแคดเมียมกับค่ามาตรฐานของอาหารที่กระทรวงสาธารณสุขกำหนดเรื่องมาตรฐานอาหารปนเปื้อนในอาหาร สรุปว่าปริมาณตะกั่วและแคดเมียมในเนื้อหมูอยู่ในค่าที่ปลอดภัยต่อผู้บริโภค

Gawallko et al. (1997) ได้ทำการศึกษาปริมาณโลหะแคดเมียม ทองแดง ตะกั่ว และซีลีเนียมในตัวอย่างธัญพืชโดยใช้เทคนิค Graphite Furnace Atomic Absorption Spectrometry และใช้ระบบการปรับความถูกต้องการวิเคราะห์แบบ Zeeman Background Correction สารตัวอย่างจะถูกย่อยสลาย

สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ด้วยกรดไนตริกประมาณ 6 ลูกบาศก์เซนติเมตร ใช้เวลาในการย่อยสารตัวอย่างประมาณ 1 ชั่วโมง ค่าสัมประสิทธิภาพในการสกัดแบบย้อนกลับของโลหะทั้งสี่มีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 90-110 พบว่าปริมาณต่ำสุดที่สามารถวิเคราะห์ได้สำหรับโลหะแคดเมียม ทองแดง ตะกั่ว และซีลีเนียมมีค่าเท่ากับ 0.1, 1.0, 0.5และ0.5ไมโครกรัมต่อลิตร

นภวัส บัวสรวง (2536) ได้ทำการวิเคราะห์การปนเปื้อนของตะกั่วในพืชบางชนิดในเขตอุตสาหกรรมในจังหวัดสมุทรปราการ โดยวิเคราะห์ปริมาณตะกั่วในพืชตัวอย่างส่วนเหนือดิน และส่วนใต้ดิน ปริมาณตะกั่วในดินตัวอย่างด้วยวิธีอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโทรโฟโตเมตรี พบว่าปริมาณตะกั่วในพืชส่วนเหนือดินมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 19.82 ไมโครกรัมต่อกรัม ปริมาณตะกั่วในพืชส่วนใต้ดินมีค่าเฉลี่ย 25.57 ไมโครกรัมต่อกรัม พืชส่วนเหนือดิน และพืชส่วนใต้ดินของพืชมีปริมาณตะกั่วสูงกว่าเหนือดินเมื่อเปรียบเทียบตะกั่วในพืชจากเขตอุตสาหกรรมกับพื้นที่เกษตรกรรมใกล้เคียง พบว่าพืชจากเขตอุตสาหกรรมมีปริมาณตะกั่วสูงกว่าพื้นที่เกษตรกรรม

เรณุมาส จันทนะ (2536) ได้ทำการวิเคราะห์หาปริมาณตะกั่ว ปรอท แคดเมียม สังกะสี ทองแดง และแมงกานีสในผักโดยวิธีอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโทรโฟโตเมตรี ตัวอย่างผัก คือ แรดดิช ปวยเหล็ง เซลารี และสลัด ในการย่อยผักตัวอย่างได้ศึกษาอัตราส่วนต่างๆ โดยปริมาณของกรดไนตริกเข้มข้นกับไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (35%) ในอัตราส่วน 1:2 โดยปริมาตร ส่วนสารออกซิไดซ์ในอัตราส่วน 1: 3 โดยปริมาตร เหมาะสำหรับย่อยผักตัวอย่าง ในการวิเคราะห์ทองแดง ปริมาณตะกั่ว แคดเมียม สังกะสี ทองแดง และแมงกานีสในผักสดตัวอย่างอยู่ในช่วง 0.20-0.61, 0.01-0.19, 2.59-7.38, 0.18-2.38 และ 2.02-16.27 ไมโครกรัมต่อกรัม ตามลำดับ โดยทำการเปรียบเทียบกับผักที่ล้าง และไม่ล้าง พบว่าปริมาณของโลหะในผักลดลง 1-10% หลังจากนำไปล้างความเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ของการวิเคราะห์ตะกั่ว แคดเมียม สังกะสี ทองแดง และแมงกานีสมีค่าเท่ากับ 11.06, 4.44, 0.61, 3.70 และ 5.07 % ตามลำดับ ร้อยละการได้กลับคืนโดยเฉลี่ยของตะกั่ว แคดเมียม สังกะสี ทองแดง และแมงกานีสอยู่ในช่วง 100.16-100.33, 99.98-104.73, 95.10-96.12, 98.91-101.10 และ 98.75-103.24ตามลำดับ

อรุณ พุ่มเจริญ (2545) ได้ศึกษาระดับของตะกั่ว และแคดเมียมในผักสดที่มีความแตกต่างในพื้นที่การจำหน่าย และผลของการประกอบอาหารต่อระดับของตะกั่ว และแคดเมียมในผัก ตลอดจนศึกษาถึงปริมาณการบริโภคต่อวัน การวิเคราะห์ระดับของตะกั่ว และแคดเมียมโดย Graphite Furnace Atomic Absorption Spectrophotometry (GFAAS)ในผักกระเฉด ผักบุ้งไทย ผักบุ้งจีน และผักกาดขาวปลีจากปากคลองตลาด ตลาดบางนา ตลาดสี่มุมเมือง และตลาดไท พบว่ามีการสะสมของตะกั่ว และแคดเมียมในผักทั้งสี่ชนิดที่ทำการศึกษา โดยผักกระเฉด ผักบุ้งจีน และผักกาดขาวปลีจากตลาดสี่มุม

เมืองมีระดับตะกั่วสูงสุด นอกจากนี้ผักกระเฉดและผักบุ้งไทยจากตลาดสี่มุมเมืองถูกพบว่ามีระดับของแคดเมียมสูงสุดด้วย ผักจากปากคลองตลาดได้แก่ ผักบุ้งจีน และผักกาดขาวปลีมีระดับของตะกั่วต่ำสุด และผักบุ้งไทยมีระดับของแคดเมียมต่ำสุด การศึกษาผลของการประกอบอาหารพบว่าไม่ว่าจะเป็นการลวก การต้มและการผัดล้วนมีผลในการลดระดับของตะกั่ว และแคดเมียมทั้งสิ้น (ระดับนัยสำคัญ 0.05) วิธีที่ได้ผลดีที่สุดได้แก่การต้ม (89-100%) ปริมาณการบริโภคต่อวันของตะกั่ว และแคดเมียมพบ 0.68 ไมโครกรัมต่อวัน และ1.25 ไมโครกรัมต่อวันตามลำดับ ค่าเหล่านี้อยู่ในเกณฑ์ที่ต่ำเมื่อคิดเทียบกับค่า TDI โดยพบค่าของตะกั่ว 0.16% และค่าของแคดเมียม 1.76-2.19% ของค่า TDI

วราภรณ์ ศังจันทรานนท์ และคณะ (2547) ทำการวิเคราะห์หาปริมาณโลหะแคดเมียม และตะกั่วในสาหร่ายทะเลโดยวิธีอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโทรเมตรี พบว่าสาหร่ายทะเลทั้ง 7 ตัวอย่าง มีปริมาณโลหะแคดเมียม 0.0017, 0.0036, 0.0033, 0.0044, 0.0010 และ 0.0003 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ และปริมาณโลหะตะกั่ว 0.3191, 0.2205, 1.1699, 0.0208, 0.1413, 0.3458 และ 0.1556 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมตามลำดับ จะเห็นว่าปริมาณโลหะแคดเมียม และตะกั่วในสาหร่ายทะเลตัวอย่างทั้งหมดมีปริมาณไม่เกินมาตรฐานตามพระราชบัญญัติอาหาร พ.ศ. 2522 คือ 2 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัมสำหรับปริมาณโลหะแคดเมียม และ 1 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัมสำหรับโลหะตะกั่ว

ปัทมา มณีประการ และคณะ (2546) ทำการวิเคราะห์หาปริมาณตะกั่วในน้ำประปาของสถาบันราชภัฏนครสวรรค์โดยวิธีอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโทรเมตรี ผลการวิจัยพบว่าปริมาณเฉลี่ยของตะกั่วจากบริเวณถังเก็บน้ำคือ 0.019 มิลลิกรัมต่อลิตร รองลงมาจากบริเวณตึกคณะวิทยาศาสตร์ และก๊อกน้ำบริเวณตึกศูนย์วิทยาศาสตร์ ซึ่งปริมาณเฉลี่ยคือ 0.018, 0.017 มิลลิกรัมต่อลิตรตามลำดับ และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.003 และจากผลการวิเคราะห์พบว่าปริมาณตะกั่วที่ตรวจพบในน้ำประปาของสถาบันราชภัฏนครสวรรค์ยังอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน

ไผทวุฒิ สร้อยสระคู (2546) ได้วิเคราะห์หาปริมาณเหล็ก ตะกั่ว และแคดเมียมในน้ำผลไม้บรรจุขวดด้วยเครื่องอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ พบว่ามีปริมาณเหล็ก ตะกั่ว และแคดเมียมในน้ำผลไม้บรรจุขวดตัวอย่าง 7 ชนิด มีค่าอยู่ในช่วง 0.1597-0.7129, 0.0068-0.0824 และ 0.0078-0.1255 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ เมื่อเทียบกับค่ามาตรฐานของกระทรวงสาธารณสุข พบว่ามีน้ำผลไม้ 3 ชนิด ที่มีปริมาณตะกั่วเกินมาตรฐานของกระทรวงสาธารณสุขกำหนด คือ สตรอเบอรี่ องุ่นและสับปะรดโดยมีปริมาณตะกั่วเกิน0.3มิลลิกรัมต่อลิตร

ศักดิ์สิทธิ์ จันทร์ไทย และคณะ (2548) ได้วิเคราะห์หาปริมาณตะกั่ว และสารหนูในสุราพื้นบ้านโดยวิธีมาตรฐาน เพื่อให้เป็นไปตามเกณฑ์ มอก. 2088-2544 มาตรฐานสุรากลั่น พบว่า

สำนักวิทยบริการฯ มหาวิทยาลัยนเรศวร

สุรากลั่นพื้นบ้านกว่า 30 ตัวอย่าง มีบางตัวอย่างที่ตรวจไม่พบเลย ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากมีปริมาณโลหะทั้งสองต่ำกว่าขีดต่ำสุดของเครื่องที่ตรวจวัด และมีบางตัวอย่างที่พบตะกั่ว และสารหนูในปริมาณน้อยตั้งแต่ตรวจไม่พบจนถึง 0.223 มิลลิกรัมต่อลิตร และ 0.6 ไมโครกรัมต่อลิตร ตามลำดับ สุราประมาณ 6 % ของตัวอย่างที่นำมาวิเคราะห์ยังมีปริมาณตะกั่วตกค้างเกินเกณฑ์มาตรฐาน จึงมีโอกาสที่จะสะสมในร่างกายของผู้ที่ชอบดื่มสุราเป็นประจำได้ง่าย

กันแดคเคอ (Gundacker ,2000) หาปริมาณตะกั่ว และปรอทในน้ำนมมารดา โดยใช้วิธีอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโทรเมตรี โดยนำน้ำนมมารดา และนมวัว มา 5-10 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดที่ผ่านการล้างด้วยกรดและผ่านการฆ่าเชื้อเรียบร้อยแล้ว สารตัวอย่างน้ำนมมารดาจะเก็บในช่วง 2-14 วัน หลังคลอดบุตร จากการวิจัยพบว่าน้ำนมมารดามีปริมาณตะกั่วอยู่ในช่วง 0.38-2.80 ไมโครกรัมต่อลิตร จากตัวอย่าง 116 คน และมีปริมาณปรอทอยู่ในช่วง 0-3.29 ไมโครกรัมต่อลิตร จากตัวอย่าง 138 คน

มานะ ขาวเมฆ (2548) วิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนักในน้ำนมมารดาของนิคมอุตสาหกรรมนวนคร นิคมอุตสาหกรรมโรจนะ และนิคมอุตสาหกรรมหนองแค โดยทำการวิเคราะห์โลหะหนัก 6 ชนิด คือแคดเมียม โครเมียม ทองแดง เหล็ก ตะกั่ว และสังกะสี จากน้ำนมมารดาหลังคลอดบุตรภายใน 7 วัน จำนวน 150 คน พบว่าน้ำนมที่นำมาทดสอบมีปริมาณการปนเปื้อนของแคดเมียม โครเมียม ทองแดง เหล็ก ตะกั่ว และสังกะสี อยู่ในช่วง 0.0005-0.0262, 0.0020-0.0160, 0.0021-0.4700, 0.0029-0.7874, 0.0007-0.4223 และ 0.0270-0.3750 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ สำหรับนมผงสำหรับเด็กแรกเกิดจำนวน 4 ยี่ห้อ พบว่ามีปริมาณแคดเมียม โครเมียม ทองแดง เหล็ก ตะกั่ว และสังกะสี อยู่ในช่วง 0.0160-0.0262, 0.0120-0.0130, 0.0071-0.0317, 0.0564-0.1019, 0.0021-0.0043 และ 0.1618-0.2235 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ส่วนนมผงปราศจากไขมัน 1 ตัวอย่างมีปริมาณแคดเมียม โครเมียม ทองแดง เหล็ก ตะกั่ว และสังกะสี 0.1113, 0.1544, 0.0536, 0.0141, 0.0024 และ 0.2529 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบค่าที่วิเคราะห์ได้กับมาตรฐาน พบว่านมมารดาที่ทำงานในบริเวณโรงงานอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับโลหะแคดเมียม นมผงสำหรับเด็กแรกเกิด และนมปราศจากไขมันมีปริมาณของแคดเมียมเกินค่ามาตรฐานน้ำดื่มและอาหาร สำหรับเปอร์เซ็นต์การได้กลับคืนมา (% recovery) ของโลหะแคดเมียม โครเมียม ทองแดง เหล็ก ตะกั่ว และสังกะสี ในน้ำนมเท่ากับ 95.06, 97.56, 96.15, 93.34, 95.78 และ 111.50 ตามลำดับ และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ (% RSD) ของแคดเมียม โครเมียม ทองแดง เหล็ก ตะกั่ว และสังกะสี ในน้ำนมมารดามีค่าเท่ากับ 0.1142, 11.3795, 8.1738, 13.7789, 9.0042 และ 3.6602 ตามลำดับ

สนง. บรรณฯ

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิเคราะห์ปริมาณตะกั่วในไข่เยี่ยวม้าที่ผลิตจากแหล่งต่างๆ เฉพาะที่ยังไม่ได้รับการรับรองมาตรฐานจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา (อย.) และส่งมาจำหน่ายในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา ทั้งประเภทไข่เป็ดและไข่ไก่ โดยวิเคราะห์ปริมาณที่ตกค้างอยู่ในไข่ขาวและไข่แดงด้วยวิธี AA- Spectophotometry มีวิธีการวิเคราะห์โดยสังเขปดังนี้

3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์

1. เครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS)
2. เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง
3. เครื่องให้ความร้อน (Hot plate)
4. ตู้อบลมร้อน (Hot air oven)
5. โถดูดความชื้น (Desicator)
6. กระดาษกรองเบอร์ 5 (Filter paper)
7. Stand & Clamp (ชุดขาตั้งและแคลมป์จับ)
8. ปิเปต (Volumetric pipette)
9. แท่งแก้วคนสาร (Stirring Rod)
10. ขวดวัดปริมาตร (Volumetric flask)
11. กรวยกรอง (Funnel)
12. บีกเกอร์ (Beaker)

3.2 สารเคมี

1. 70% Nitric acid
2. Lead Standard Solution (Pb) 1000 mg/L
3. น้ำกลั่น
4. แก๊สอะเซทิลีน
5. ไข่เยี่ยวม้า

สวพ. มหาสารคาม

3.3 การเตรียมตัวอย่างไข่เยี่ยวม้า

1. นำไข่เยี่ยวม้าที่ได้จากการเก็บตัวอย่างมา 5 ฟอง มาปอกเปลือกไข่ออก

2. แยกส่วนไข่ขาวออกจากส่วนไข่แดง

3. นำส่วนไข่ขาวมาบดให้ละเอียดและคลุกเคล้าให้ทั่ว

4. เก็บใส่ถุงพลาสติก และรักษาอุณหภูมิที่ 4 องศาเซลเซียส ก่อนนำไปย่อย

5. การเตรียมตัวอย่างไข่แดงของไข่เยี่ยวม้าให้ทำเช่นเดียวกับข้อ 3 - 4 โดยเปลี่ยนไข่ขาวเป็นไข่แดง

3.4 การย่อยตัวอย่างไข่เยี่ยวม้า (ดัดแปลงจาก สุรีย์ ยิ่งเจริญ, 2551)

1. ชั่งตัวอย่างไข่ขาวบดละเอียดที่ทราบน้ำหนักที่แน่นอนด้วยเครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง (ก่อนชั่งใส่ในเดสซิเคเตอร์) ประมาณ 10 กรัม แล้วใส่ในบีกเกอร์ขนาด 250 มิลลิลิตร จำนวน 3 บีกเกอร์ และบันทึกน้ำหนักตัวอย่างที่ชั่ง

2. เติมกรดไนตริก 30 มิลลิลิตร ลงในแต่ละบีกเกอร์ และนำสารละลายตัวอย่างมาตั้งบน Hot Plate เริ่มต้นที่อุณหภูมิประมาณ 90 องศาเซลเซียส แล้วค่อยเพิ่มอุณหภูมิไปจนถึงประมาณ 130 องศาเซลเซียส ต้มสารละลายตัวอย่างจนเหลือปริมาตรประมาณ 5 มิลลิลิตร (สังเกตถ้าย่อยยังไม่หมดค่อยเติมกรดต่อไป) จนกระทั่งเหลือสารละลายใส แล้วยกออกจาก Hot Plate

3. ทิ้งไว้ให้เย็น เติมน้ำกลั่น 20 มิลลิลิตร ใส่ลงในบีกเกอร์ กรองสารละลายตัวอย่างใส ใส่ในขวดวัดปริมาตรขนาด 25 มิลลิลิตรแล้วปรับปริมาตรสารละลายด้วยน้ำกลั่นให้มีปริมาตร 25 มิลลิลิตร

4. เทสารละลายตัวอย่างที่เตรียมได้ใส่ลงในขวดพลาสติกโพลีเอทิลีน (ขวด PE) และติดฉลาก

5. เตรียมตัวอย่างไข่แดงด้วยวิธีเดิมตามข้อ 1- 4

6. เก็บรักษาสภาพตัวอย่างที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ก่อนนำไปวิเคราะห์

3.5 การเตรียมสารเคมี

1. การเตรียมกรดไนตริก 2 เปอร์เซนต์โดยปริมาตร (% v/v)

ปิเปต 70% HNO_3 28.5 มิลลิลิตร ใส่ในขวดวัดปริมาตรขนาด 1,000 มิลลิลิตรและปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น

2. การเตรียมสารละลายมาตรฐานตะกั่ว 50 มิลลิกรัมต่อลิตร

ปิเปตสารละลายมาตรฐานตะกั่วเข้มข้น 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาตร 5 มิลลิลิตร ใส่ลงในขวดวัดปริมาตร 100 มิลลิลิตร และปรับปริมาตรด้วย 2% HNO_3

3. การเตรียมสารละลายมาตรฐานตะกั่วสำหรับสร้างกราฟมาตรฐาน

สกพ. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

เตรียมสารละลายมาตรฐานตะกั่วเข้มข้น 0.2, 0.5, 1.0, 3.0, 5.0, 7.0 และ 10.0 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยปิเปตสารละลายมาตรฐานทองแดงเข้มข้น 50 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาตร 0.10, 0.25, 0.5, 1.5, 2.5, 3.5 และ 5 มิลลิลิตร ตามลำดับใส่ลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 25 มิลลิลิตร และปรับปริมาตรด้วย 2% HNO_3

3.6 การวิเคราะห์หาปริมาณตะกั่วในไข่เยี่ยวม้า

1. วัดค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายมาตรฐานตะกั่ว ความเข้มข้น 0.2, 0.5, 1.0, 3.0, 5.0, 7.0 และ 10.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ความเข้มข้นละ 3 ซ้ำ และคำนวณหาค่าการดูดกลืนแสงเฉลี่ย

2. พลอตกราฟระหว่างค่าการดูดกลืนแสงเฉลี่ยกับความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานตะกั่วโดยให้มีค่า R2 ไม่ต่ำกว่า 0.996

3. วัดค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายตัวอย่าง ขวกละ 3 ซ้ำ และหาค่าเฉลี่ย

4. คำนวณหาปริมาณค่าตะกั่วจากค่าการดูดกลืนแสงเฉลี่ยเทียบกับสมการเส้นตรงกราฟมาตรฐาน

5. คำนวณหาปริมาณตะกั่วเทียบกับน้ำหนักตัวอย่างให้มีหน่วยเป็นมิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

อนึ่งในการวิเคราะห์ได้ตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีการวิเคราะห์ (Validation method) โดยหาค่าความเที่ยงของเครื่องมือ (Repeatability) ศึกษาขีดจำกัดในการตรวจพบ (Detection Limit) ศึกษาขีดจำกัดในการวัดเชิงปริมาณ (Limit of Quantitation) และศึกษาค่าร้อยละการกลับคืนตัวอย่าง (Percentage Recovery) รายละเอียดแสดงในภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ มหาวิทยาลัยสุรนารี

บทที่ 4

ผลการวิจัย

ผลการวิเคราะห์ปริมาณตะกั่วในไข่เยี่ยวม้าที่ผลิตจากแหล่งต่างๆ เฉพาะที่ยังไม่ได้รับการรับรองมาตรฐานจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา (อย.) และส่งมาจำหน่ายในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา ทั้งประเภทไข่เป็ดและไข่ไก่ โดยวิเคราะห์ปริมาณที่ตกค้างอยู่ในไข่ขาวและไข่แดง ได้ผลดังนี้

4.1 ผลการวิเคราะห์ปริมาณตะกั่วในไข่เยี่ยวม้าประเภทไข่เป็ด

ตารางที่ 4.1 แสดงปริมาณตะกั่ว (Pb) ที่ตกค้างในไข่ขาวและไข่แดงของไข่เยี่ยวม้าประเภทไข่เป็ดที่จำหน่าย ในจังหวัดพระนครศรีอยุธยาจำแนกตามแหล่งผลิต

แหล่งผลิต	ตัวอย่าง	ความเข้มข้น Pb (mg/L)		ปริมาณ Pbใน ตัวอย่าง (mg/kg)	%Recovery
		Sample	Spike sample		
กรุงเทพฯ	ไข่ขาว	0.000 ± 0.000	0.517 ± 0.043	0.00 ± 0.00	103 ± 9
	ไข่แดง	0.000 ± 0.000	0.489 ± 0.025	0.00 ± 0.00	98 ± 5
สุพรรณบุรี	ไข่ขาว	0.517 ± 0.196	1.073 ± 0.238	1.29 ± 0.49	111 ± 9
	ไข่แดง	0.175 ± 0.113	0.731 ± 0.113	0.44 ± 0.28	111 ± 0
นครปฐม	ไข่ขาว	0.688 ± 0.043	1.172 ± 0.025	1.72 ± 0.11	97 ± 5
	ไข่แดง	0.000 ± 0.000	0.417 ± 0.025	0.00 ± 0.00	83 ± 5
ชลบุรี	ไข่ขาว	4.585 ± 0.701	5.074 ± 0.677	11.46 ± 1.75	98 ± 5
	ไข่แดง	1.423 ± 0.155	1.897 ± 0.149	3.55 ± 0.39	95 ± 9

จากตารางที่ 4.1 แสดงว่าไข่เยี่ยวม้าประเภทไข่เป็ดที่มีแหล่งผลิตจากกรุงเทพมหานคร จังหวัดสุพรรณบุรี และจังหวัดนครปฐมและส่งมาขายในจังหวัดพระนครศรีอยุธยามีปริมาณการตกค้างของตะกั่วในไข่ขาวมากกว่าไข่แดงแต่ไม่เกินที่กำหนดในประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 236) พ.ศ. 2544 เรื่องไข่เยี่ยวม้า ส่วนที่ผลิตจากจังหวัดชลบุรีมีการตกค้างของตะกั่วในไข่ขาวมากกว่าไข่แดงเช่นกันแต่เกินจากที่กำหนดในประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับดังกล่าว

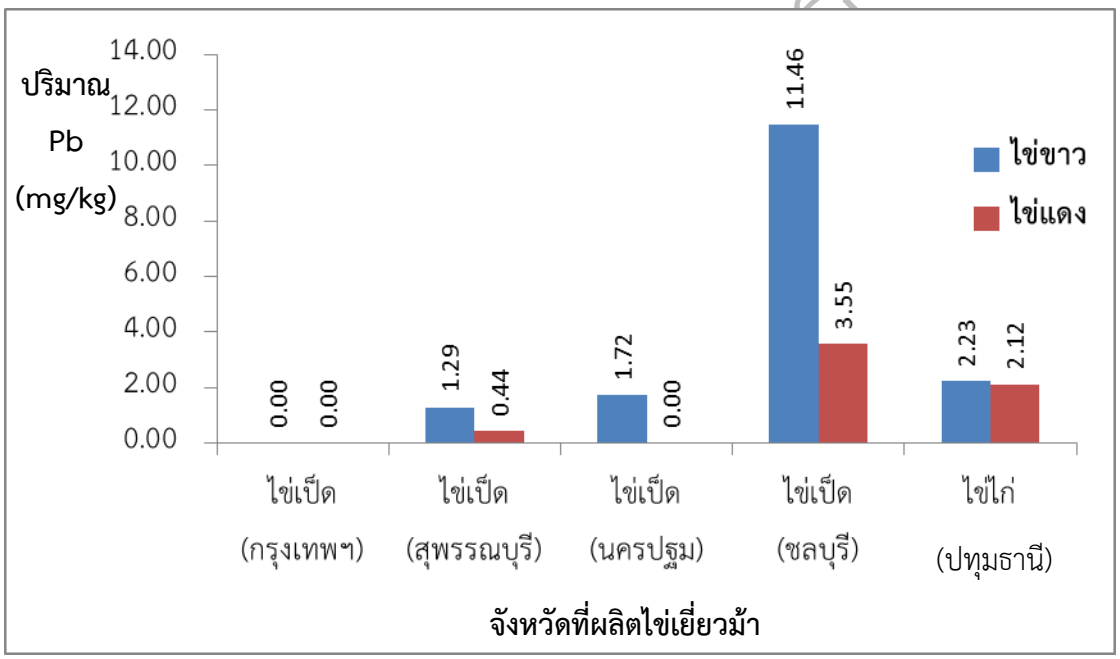
สวพ. มหาวิทยาลัยบูรพา

4.2 ผลการวิเคราะห์ปริมาณตะกั่วในไข่เยี่ยวม้าประเภทไข่ไก่

ตารางที่ 4.2 แสดงปริมาณตะกั่ว (Pb) ที่ตกค้างในไข่ขาวและไข่แดงของไข่เยี่ยวม้าประเภทไข่ไก่ผลิตจากจังหวัดปทุมธานีและส่งมาจำหน่ายในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา

แหล่งผลิต	ตัวอย่าง	ความเข้มข้น Pb (mg/L)		ปริมาณ Pbใน ตัวอย่าง (mg/kg)	%Recovery
		Sample	Spike sample		
ปทุมธานี	ไข่ขาว	0.891 ± 0.237	1.380 ± 0.228	2.23 ± 0.59	98 ± 13
	ไข่แดง	0.848 ± 0.199	1.366 ± 0.204	2.12 ± 0.50	103 ± 9

จากตารางที่ 4.2 แสดงว่าไข่เยี่ยวม้าประเภทไข่ไก่ที่ผลิตจากจังหวัดปทุมธานีและส่งมาจำหน่ายในจังหวัดพระนครศรีอยุธยามีปริมาณการตกค้างของตะกั่วในไข่ขาวมากกว่าไข่แดงและเกินจากที่กำหนดในประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 236) พ.ศ. 2544 เรื่องไข่เยี่ยวม้า



ภาพที่ 4-1 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณตะกั่วที่ตกค้างในไข่ขาวและไข่แดงของไข่เยี่ยวม้าประเภทไข่เป็ดและไข่ไก่ ที่ผลิตจากแหล่งต่างๆ และส่งมาจำหน่ายในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล ข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

จากการวิเคราะห์ปริมาณตะกั่วในไข่เยี่ยวม้าที่ผลิตจากแหล่งต่างๆเฉพาะที่ยังไม่ได้รับการรับรองมาตรฐานจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา (อย.) และส่งมาจำหน่ายในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา ทั้งประเภทไข่เป็ดและไข่ไก่ พบว่า ไข่เยี่ยวม้าประเภทไข่เป็ดที่มีแหล่งผลิตจากกรุงเทพมหานคร จังหวัดสุพรรณบุรีและจังหวัดนครปฐมมีปริมาณตะกั่วตกค้างในไข่ขาวมากกว่าไข่แดงแต่ปริมาณที่ตกค้างไม่เกินที่กำหนดในประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 236) พ.ศ.2544 เรื่องไข่เยี่ยวม้า ส่วนไข่เยี่ยวม้าประเภทไข่เป็ดที่ผลิตจากจังหวัดชลบุรี และไข่เยี่ยวม้าประเภทไข่ไก่ที่ผลิตจากจังหวัดปทุมธานีมีปริมาณตะกั่วตกค้างในไข่ขาวมากกว่าไข่แดงเช่นกันแต่ปริมาณที่ตกค้างเกินจากที่กำหนดในประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับดังกล่าว

5.2 อภิปรายผล

จากผลการวิเคราะห์พบว่าไข่เยี่ยวม้าที่ใช้เป็นตัวอย่างทั้งหมดมีปริมาณตะกั่วตกค้างในไข่ขาวมากกว่าไข่แดงเพราะ ตามสภาพธรรมชาติ ไข่ขาวมีหน้าที่ปกป้องไข่แดงซึ่งจะเจริญต่อไปเป็นตัวอ่อน ดังนั้นตะกั่วในสารเคมีที่ใช้ในขบวนการผลิต และในสีที่ใช้ทาเปลือกไข่เยี่ยวม้าจะซึมผ่านเปลือกไข่และสะสมในไข่ขาวจนอิ่มตัวก่อนปริมาณที่เหลือจึงแพร่ต่อไปยังไข่แดง ทำให้เกิดการสะสมในไข่ขาวมากกว่าไข่แดง ส่วนไข่เยี่ยวม้าที่มีแหล่งผลิตที่แตกต่างกันมีปริมาณตะกั่วตกค้างในไข่ขาวและไข่แดงแตกต่างกันเพราะชนิด ปริมาณ อัตราส่วนของสารเคมีตลอดจนวิธีการ ระยะเวลาและขั้นตอนในการผลิตไข่เยี่ยวม้าในแต่ละแหล่งแตกต่างกัน อนึ่งผลการวิจัยดังกล่าวสามารถใช้เป็นแนวทางในการบริโภคไข่เยี่ยวม้าอย่างปลอดภัยในระดับหนึ่ง

5.3 ข้อเสนอแนะ

1. วิเคราะห์ปริมาณการตกค้างของตะกั่วในเปลือกไข่เยี่ยวม้า

2. วิเคราะห์ปริมาณการปนเปื้อนของโลหะหนักชนิดอื่นที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ เช่น ปรอท แคดเมียม สารหนู ทองแดง สังกะสี เป็นต้น

3. วิเคราะห์ปริมาณการปนเปื้อนของโลหะหนักในผลิตภัณฑ์อาหารประเภทอื่น เช่น ปลาร้ากระป๋อง ผลไม้กระป๋อง น้ำพริกสำเร็จรูป ขนม น้ำดื่ม น้ำผลไม้ น้ำสมุนไพร เป็นต้น

สวพ. มหาสารคาม

บรรณานุกรม

จักรพันธุ์ ปัญจะสุวรรณ. **พิษภัยในอาหาร.** กรุงเทพมหานคร : โอเดียนสโตร์, 2542.

นภวัส บัวสรวง. **การปนเปื้อนของตะกั่วในพืชบางชนิดจากเขตอุตสาหกรรมในเขตจังหวัดสมุทรปราการ.** วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2536.

ปัทมา มณีประการ และคณะ. **การวิเคราะห์หาปริมาณตะกั่วในน้ำประปาของสถาบันราชภัฏนครสวรรค์.นครสวรรค์ :** คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันราชภัฏนครสวรรค์, 2546.

ปิยนุช โรจน์สง่า. **คู่มือ/หลักเกณฑ์การขึ้นทะเบียนตำรับสามัญใหม่**. ม.ป.ท., 2549.

ไผทวุฒิ สร้อยสระคู. **การวิเคราะห์หาปริมาณเหล็ก ตะกั่ว และแคดเมียมในน้ำผลไม้บรรจุขวดด้วยเครื่องอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโทรโฟโตมิเตอร์.** ปริญญานิพนธ์วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันราชภัฏนครปฐม, 2546.

พิกุล เพ็ชรประเสริฐ.**การวิเคราะห์ตะกั่วในปลารมควันบางชนิดที่จำหน่ายในตลาดโรงเกลือ จังหวัดสระแก้วด้วยวิธีอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโตรโฟเมทรี.** งานนิพนธ์หลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเคมีศึกษา คณะวิทยาสาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา, 2551.

มานะ ขาวเมฆ. **การวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนักในน้ำนมมารดา.** ปทุมธานี:คณะวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี สถาบันราชภัฏเพชรบุรีวิทยาลงกรณ์ในพระบรมราชูปถัมภ์, 2548.

แม้น อมรสิทธิ์ และอมร เพชรสม. **Principles and Techniques of Instrumental Analysis.** กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์ชวนพิมพ์, 2539.

เรณุมาส จันทนะ. **การวิเคราะห์หาปริมาณตะกั่ว ปรอท แคดเมียม สังกะสี ทองแดง และแมงกานีสในผัก โดยวิธีอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโทรโฟโตเมตรี.** วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเคมี มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2536.

วราภรณ์ ศังขจันทรานนท์ และคณะ. **การวิเคราะห์ปริมาณโลหะแคดเมียม และตะกั่วในสาหร่ายทะเลโดยวิธีอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโทรโฟโตเมทรี.** ปริญญานิพนธ์วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันราชภัฏนครราชสีมา, 2547.

วะนิดา แสงสี และสวรรค์ พันยาราช. **การศึกษาปริมาณตะกั่วและแคดเมียมในเนื้อหมู**. ปริญญานิพนธ์วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์สถาบันราชภัฏนครราชสีมา, 2548.

วิรัช เรืองศรีตระกูล และคณะ. **การวิเคราะห์ปริมาณตะกั่วในอาหารโดยวิธีอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโทรโฟโตเมตรี.** ขอนแก่น : คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2540.

ศักดิ์สิทธิ์ จันทร์ไทย และคณะ. **การวิเคราะห์ตะกั่ว และสารหนูในสุราพื้นบ้าน :** วารสารวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 33(3-4) น.98-104, 2548.

สุธีลา ตุลยะเสถียร และคณะ. **มลพิษสิ่งแวดล้อม.** กรุงเทพมหานคร : บริษัทรวมสาส์น (1977) จำกัด, 2544.

สุมลทา วาจาบัณฑิตย์. **การวิเคราะห์ปริมาณตะกั่วในกุ้งแห้งโดยวิธีอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโทรเมตรี.** คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันราชภัฏนครสวรรค์, 2547.

สุรีย์ ยิ่งเจริญ. **การวิเคราะห์หาปริมาณทองแดงและตะกั่วในอาหารทะเลโดยวิธีอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโทรโฟโตเมทรี.** วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต สาขาเคมีศึกษา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยบูรพา, 2551.

อรุณ พุ่มเจริญ. **ผลกระทบของการประกอบอาหารที่มีต่อระดับของตะกั่วและแคดเมียมในผัก และปริมาณการบริโภคต่อวัน**. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต สาขาพิษวิทยาทางอาหาร และโภชนาการ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล, 2545.

อุดม ปลาทอง. **การวิเคราะห์หาปริมาณตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียมในผลิตภัณฑ์ปลาทูน่าในน้ำเกลือที่บรรจุกระป๋องด้วยเครื่องอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโทรโฟโตมิเตอร์.** ปริญญานิพนธ์วิทยาศาสตรบัณฑิตสาขาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันราชภัฏนครปฐม, 2546.

Gawalko,E.J.,Nowicki,T.W.,Babb,J.and Tkachuk,R. (1997). Comparison of Closed-Vessel and Focused Open-Vessel Microwave Dissolution for Determination of Cadmium,Copper,Lead and Selenium in Wheat, Wheat Products, Corn Bran and Rice Flour by Tranverse-Heated Graphite Furnace Atomic Absorption Spectrometry.*Journal of AOAC International*.*80(2)* : 379-386.

Gundacker, C., Pietschnig, B., Wittmann, K.J., Lischka, A., Salzer, H., Hohenauer, L., and Schuster, E. (2000) **Lead and mercury in breast milk** *Pediatrics*. 110,873877.

http://cddweb.cdd.go th/Ayutthaya. (สิงหาคม 2557)

http://www.pharm.su.ac.th/cheminlife/cms/index.php/kitchen-room/preserved-egg.html (มกราคม 2557)

http://www.clipmass.comstory57870 (มีนาคม 2558)

สวพ. มหาวิทยาลัยบูรพา

ภาคผนวก

สวพ.
มทร.สุวรรณภูมิ

ประกาศกระทรวงสาธารณสุข

(ฉบับที่ 236) พ.ศ.2544

เรื่อง ไข่เยี่ยวม้า

โดยที่เป็นการสมควรปรับปรุงประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง ไข่เยี่ยวม้า

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา 5 และมาตรา 6(3)(4)(5)(6)(7) และ (10) แห่งพระราชบัญญัติอาหาร พ.ศ.2522 อันเป็นพระราชบัญญัติที่มีบทบัญญัติบางประการเกี่ยวกับการจำกัดสิทธิและ เสรีภาพของบุคคล ซึ่งมาตรา 29 ประกอบกับมาตรา 35 มาตรา 48 และมาตรา 50 ของรัฐธรรมนูญแห่ง ราชอาณาจักรไทยบัญญัติให้กระทำได้โดยอาศัยอำนาจตามบทบัญญัติแห่งกฎหมาย รัฐมนตรีว่าการกระทรวงสาธารณสุขออกประกาศไว้ ดังต่อไปนี้

ข้อ 1 ให้ยกเลิกประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 91 (พ.ศ.2528) เรื่อง ไข่เยี่ยวม้า ลงวันที่ 11 กรกฎาคม พ.ศ.2528

ข้อ 2 ให้ไข่เยี่ยวม้า เป็นอาหารที่กำหนดคุณภาพหรือมาตรฐาน

ข้อ 3 ไข่เยี่ยวม้า หมายความว่า ไข่ที่ผ่านกรรมวิธีทำให้เป็นด่าง อยู่ในสภาพที่จะนำไปบริโภคได้

ข้อ 4 ไข่เยี่ยวม้า ต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐาน ดังต่อไปนี้

(1) ไม่มีจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค

(2) ตรวจพบตะกั่วได้ไม่เกิน 2 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม

ข้อ 5 ผู้ผลิตหรือผู้นำเข้าไข่เยี่ยวม้าเพื่อจำหน่าย ต้องปฏิบัติตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง วิธีการผลิต เครื่องมือเครื่องใช้ในการผลิต และการเก็บรักษาอาหาร

ข้อ 6 การแสดงฉลากของไข่เยี่ยวม้า ให้ปฏิบัติตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง ฉลาก

ข้อ 7 การใช้ภาชนะบรรจุไข่เยี่ยวม้า ให้ปฏิบัติตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขว่าด้วยเรื่อง ภาชนะบรรจุ

ข้อ 8 ใบสำคัญการใช้ฉลากอาหารตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 91 (พ.ศ. 2528) เรื่อง ไข่เยี่ยวม้า ลงวันที่ 11 กรกฎาคม พ.ศ.2528 ซึ่งออกให้ก่อนวันที่ประกาศนี้ใช้บังคับให้ยังคงใช้ต่อไปได้ไม่เกินสองปี นับแต่วันที่ประกาศนี้ใช้บังคับ

ข้อ 9 ให้ผู้ผลิต ผู้นำเข้าไข่เยี่ยวม้าที่ได้รับอนุญาตอยู่ก่อนวันที่ประกาศนี้ใช้บังคับ ยื่นคำขอรับเลขสารบบอาหารภายในหนึ่งปี นับแต่วันที่ประกาศนี้ใช้บังคับ เมื่อยื่นคำขอดังกล่าวแล้วให้

สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา

ได้รับการผ่อนผันการปฏิบัติตามข้อ 5 ภายในสองปี นับแต่วันที่ประกาศนี้ใช้บังคับ และให้ใช้ฉลากเดิมต่อไปได้ แต่ต้อง ไม่เกินสองปี นับแต่วันที่ประกาศนี้ใช้บังคับ

ข้อ 10 ประกาศนี้ ให้ใช้บังคับ ตั้งแต่วันถัดจากวันประกาศในราชกิจจานุเบกษาเป็นต้นไป

ประกาศ ณ วันที่ 20 สิงหาคม พ.ศ.2544

สุดารัตน์ เกยุราพันธุ์

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงสาธารณสุข

(ราชกิจจานุเบกษาฉบับประกาศทั่วไป เล่ม 118 ตอนพิเศษ 82 ง. ลงวันที่ 22 สิงหาคม พ.ศ.2544)

สวพ.
มหาสารคาม

การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีการวิเคราะห์ (Validation method)

1. การหาค่าความเที่ยงของเครื่องมือ (Repeatability)

1. นำสารละลายแบลงค์ตัวอย่างที่เติมสารละลายมาตรฐานตะกั่ว 0.5 mg/L จำนวน 1 ขวด ไปวัดค่าการดูดกลืนแสงจำนวน 10 ซ้ำ

2. คำนวณหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และร้อยละค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์

2. การศึกษาขีดจำกัดในการตรวจพบ (Detection Limit)

นำค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) ที่ได้จากการนำสารละลายแบลงค์ที่วัดค่าการดูดกลืนแสง 10 ซ้ำในข้อ 1 ไปคำนวณหาขีดจำกัดในการตรวจพบ

3. การศึกษาขีดจำกัดในการวัดเชิงปริมาณ (Limit of Quantitation)

นำค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) ที่ได้จากการนำสารละลายแบลงค์ที่วัดค่าการดูดกลืนแสง 10 ซ้ำในข้อ 1 ไปคำนวณหาขีดจำกัดในการวัดปริมาณ

4. การศึกษาค่าร้อยละการกลับคืนตัวอย่าง (Percentage Recovery)

1. ปิเปตสารละลายมาตรฐานตะกั่ว ความเข้มข้น 50 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาตร 50 ไมโครลิตร ลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 10 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยสารละลายตัวอย่างที่จะศึกษา %Recovery เรียกสารละลายในขั้นตอนนี้ว่า Spike sample

2. นำ Spike sample และสารละลายตัวอย่าง (sample) ไปวัดค่าการดูดกลืนแสงของการวิเคราะห์ตะกั่ว ด้วยเทคนิค AAs

3. นำค่าการดูดกลืนแสงของ Spike sample และ sample คำนวณหาค่าความเข้มข้นในหน่วยมิลลิกรัมต่อลิตร โดยเทียบกับสมการเส้นตรง

4. คำนวณหาค่าร้อยละการกลับคืน

สำนักวิทยบริการ มหาวิทยาลัยสุราษฎร์ธานี

ตารางแสดงผลการศึกษาความเที่ยงของเครื่องมือสำหรับการวิเคราะห์ตะกั่ว โดยการวัดแบลงค์ของตัวอย่างที่เติมสารละลายมาตรฐาน 0.500 mg/L

ครั้งที่	Abs	$X_i - \overline{X}$	$(X_i - \overline{X})^2$
1	0.013	-0.00050	0.00000025
2	0.014	0.00050	0.00000025
3	0.013	-0.00050	0.00000025
4	0.013	-0.00050	0.00000025
5	0.013	-0.00050	0.00000025
6	0.014	0.00050	0.00000025
7	0.014	0.00050	0.00000025
8	0.013	-0.00050	0.00000025
9	0.014	0.00050	0.00000025
10	0.014	0.00050	0.00000025
ผลรวมทั้งหมด	0.135	0.00000	0.0000025
ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$)	0.0135		
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)	0.00053		
ร้อยละส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์	3.9		
ขีดจำกัดในการตรวจพบ (LOD)	0.00159		
ขีดจำกัดในการวัดเชิงปริมาณ(LOQ)	0.0053		

แสดงวิธีการคำนวณ

1. การแสดงวิธีการคำนวณหา %Recovery ของการวิเคราะห์ Pb ของไข่ขาว 2 ครั้งที่ 1

$$\%\text{Recovery} = \frac{\text{Spike sample} - \text{Sample}}{\text{Standard}} \times 100$$

เมื่อ Spike sample คือ ความเข้มข้นของตัวอย่างที่ที่เติมสารละลายมาตรฐาน

Sample คือ ความเข้มข้นของตัวอย่าง

Standard คือ ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐาน

สวพ. มหาสารคาม

$$\%\text{Recovery} = \frac{1.030-0.474}{0.5} \text{ X } 100$$

$$= 111\%$$

ดังนั้น %Recovery%Recovery ของการวิเคราะห์ Pb ของไข่ขาว 2 ครั้งที่ 1 เท่ากับ 111%

2. การคำนวณส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)

$$SD = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{N}(Xi-\overline{X})^2}{n-1}}$$

$$= \sqrt{\frac{0.0000025}{9}}$$

$$= 0.00053$$

3. การคำนวณร้อยละส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ (%RSD)

$$\%RSD = \frac{SD}{\overline{X}} \times 100$$

$$= \frac{0.00053}{0.0135} \times 100$$

$$= 3.93\ \%$$

4. ขีดจำกัดในการตรวจพบ (limit of detection)

LOD หมายถึง ค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่วิธีทดสอบสามารถวิเคราะห์ได้แต่ไม่สามารถแสดงปริมาณความถูกต้อง (Accuracy) ได้ ขีดจำกัดในการตรวจพบเป็นคุณสมบัติของการวัดที่แสดงความสามารถของวิธีในการตรวจวัดได้โดยมีความมั่นใจร้อยละ 99 ว่าสัญญาณที่ตรวจพบเป็นสัญญาณที่มาจากสารที่วัด

$$LOD = 3\ SD$$

$$= 3 \times 0.00053$$

$$= 0.00159$$

5. ขีดจำกัดในการวัดเชิงปริมาณ (limit of quantitation)

LOQ คือ ค่าความเข้มข้นต่ำที่สุดที่วิธีทดสอบสามารถวิเคราะห์ได้ในตัวอย่างโดยค่าที่รายงานนั้นมีความถูกต้อง (accuracy) และความแม่นยำ (precision) ที่ยอมรับได้

$$LOQ = 10SD$$

$$= 10 \text{ x } 0.00053$$

$$= 0.0053$$

สวพ. มหาสารคาม

ตารางแสดงเกณฑ์การยอมรับค่าร้อยละการกลับคืนตามเกณฑ์ของ AOAC (2002)

ความเข้มข้น	Recovery limit, %
100 %	98-101%
10 %	95-102%
1 %	92-105%
0.1 %	90-108%
0.01 %	85-110%
10 µg/g (ppm)	80-115%
1 µg	75-120%
100 µg/kg (ppb)	70-120%
10 µg/kg (ppb)	70-125%

ที่มา : ปิยนุช โรจน์สง่า, 2549

สวพ. มหาสารคาม

ตารางแสดงปริมาณตะกั่ว (Pb) ที่ตกค้างในส่วนไข่ขาวของไข่เยี่ยวม้าจากแหล่งผลิตต่างๆ

ตัวอย่าง	ครั้งที่	น้ำหนักตัวอย่าง	ค่าการดูดกลืนแสง		ความเข้มข้น Pb (mg/L)		ปริมาณ Pb ในตัวอย่าง (mg/kg)	% R
			Sample	Spike sample	Sample	Spike sample		
ไข่ขาว 1 [1]	1	10.0020	0.000	0.013	0.000	0.517	0.00	103
	2	10.0040	0.000	0.012	0.000	0.474	0.00	95
	3	10.0040	0.000	0.014	0.000	0.560	0.00	112
	เฉลี่ย	10.0033	0.000	0.013	0.000	0.517	0.00	103
	SD	0.001	0.000	0.001	0.000	0.043	0.00	9
ไข่ขาว 2 [1]	1	10.0000	0.012	0.025	0.474	1.030	1.19	111
	2	10.0000	0.009	0.021	0.346	0.859	0.87	103
	3	10.0010	0.018	0.032	0.731	1.329	1.83	120
	เฉลี่ย	10.0003	0.013	0.026	0.517	1.073	1.29	111
	SD	0.0006	0.0046	0.006	0.1958	0.2379	0.49	9
ไข่ขาว 3 [1]	1	10.0090	0.017	0.028	0.688	1.158	1.72	94
	2	10.0070	0.018	0.029	0.731	1.201	1.83	94
	3	10.0050	0.016	0.028	0.645	1.158	1.61	103
	เฉลี่ย	10.0070	0.017	0.028	0.688	1.172	1.72	97
	SD	0.0020	0.0010	0.001	0.0427	0.0247	0.11	5
ไข่ขาว 4 [2]	1	10.0030	0.113	0.124	4.830	5.304	12.07	95
	2	10.0070	0.089	0.101	3.795	4.312	9.48	103
	3	10.0080	0.120	0.131	5.132	5.606	12.82	95
	เฉลี่ย	10.0060	0.107	0.119	4.585	5.074	11.46	98
	SD	0.0026	0.0163	0.016	0.7011	0.6768	1.75	5
ไข่ขาว 5 [2]	1	10.0050	0.027	0.037	1.121	1.552	2.80	86
	2	10.0040	0.022	0.035	0.906	1.466	2.26	112
	3	10.0010	0.016	0.027	0.647	1.121	1.62	95
	เฉลี่ย	10.0033	0.022	0.033	0.891	1.380	2.23	98
	SD	0.0021	0.0055	0.005	0.2375	0.2282	0.59	13

หมายเหตุ [1] $Y = 0.02344X + 0.0009$ ($X = 0.2\text{-}10.0$ mg/L, $R^2 = 0.9999$)

[2] $Y = 0.02319x + 0.0010$ ($X = 0.2\text{-}10.0$ mg/L, $R^2 = 0.9998$)

ตารางแสดงปริมาณตะกั่ว (Pb) ที่ตกค้างในส่วนไข่แดงของไข่เยี่ยวม้าจากแหล่งผลิตต่างๆ

ตัวอย่าง	ครั้งที่	น้ำหนักตัวอย่าง	ค่าการดูดกลืนแสง		ความเข้มข้น Pb (mg/L)		ปริมาณ Pb ในตัวอย่าง (mg/kg)	% R
			Sample	Spike sample	Sample	Spike sample		
ไข่แดง 1 [1]	1	10.0000	0.000	0.012	0.000	0.474	0.00	95
	2	10.0030	0.000	0.013	0.000	0.517	0.00	103
	3	10.0030	0.000	0.012	0.000	0.474	0.00	95
	เฉลี่ย	10.0020	0.000	0.012	0.000	0.489	0.00	98
	SD	0.0017	0.0000	0.001	0.0000	0.0247	0.00	5
ไข่แดง 2 [1]	1	10.0030	0.004	0.017	0.132	0.688	0.33	111
	2	10.0000	0.003	0.016	0.090	0.645	0.22	111
	3	10.0000	0.008	0.021	0.303	0.859	0.76	111
	เฉลี่ย	10.0010	0.005	0.018	0.175	0.731	0.44	111
	SD	0.0017	0.0026	0.003	0.1131	0.1131	0.28	0
ไข่แดง 3 [1]	1	10.0050	0.000	0.011	0.000	0.432	0.00	86
	2	10.0040	0.000	0.010	0.000	0.389	0.00	78
	3	10.0010	0.000	0.011	0.000	0.432	0.00	86
	เฉลี่ย	10.0033	0.000	0.011	0.000	0.417	0.00	83
	SD	0.0021	0.0000	0.001	0.0000	0.0247	0.00	5
ไข่แดง 4 [2]	1	10.0080	0.033	0.043	1.380	1.811	3.45	86
	2	10.0060	0.038	0.049	1.596	2.070	3.99	95
	3	10.0080	0.031	0.043	1.294	1.811	3.23	103
	เฉลี่ย	10.0073	0.034	0.045	1.423	1.897	3.55	95
	SD	0.0012	0.0036	0.003	0.1555	0.1494	0.39	9
ไข่แดง 5 [2]	1	10.0060	0.026	0.038	1.078	1.596	2.69	103
	2	10.0070	0.018	0.031	0.733	1.294	1.83	112
	3	10.0070	0.018	0.029	0.733	1.207	1.83	95
	เฉลี่ย	10.0067	0.021	0.033	0.848	1.366	2.12	103
	SD	0.0006	0.0046	0.005	0.1992	0.2038	0.50	9

หมายเหตุ [1] $Y = 0.02344X + 0.0009$ ($X = 0.2\text{-}10.0$ mg/L, $R^2 = 0.9999$)

[2] $Y = 0.02319x + 0.0010$ ($X = 0.2\text{-}10.0$ mg/L, $R^2 = 0.9998$)

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ – สกุล	นางสาววรรณา ศรีเพ็ชราพร
วัน เดือน ปีเกิด	25 เมษายน 2504
สถานที่เกิด	จังหวัดพระนครศรีอยุธยา
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	168/1 หมู่ 1 ตำบลนครหลวง อำเภอนครหลวง จังหวัดพระนครศรีอยุธยา 13260
ประวัติการศึกษา	- มัธยมศึกษาตอนปลาย (สายวิทยาศาสตร์) โรงเรียนจอมสุรางค์อุปถัมภ์ จังหวัดพระนครศรีอยุธยา - ปริญญาตรี การศึกษาบัณฑิต (เคมี) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางแสน จังหวัดชลบุรี - ปริญญาโท ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ประจำสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ

สวน มหาสุวรรณภูมิ