

รายงานผลงานเรื่องเติมการทดลองที่สิ้นสุด

1. ขุดโครงการวิจัย : แผนงานวิจัยพัฒนาระบบและรับรองมาตรฐานสินค้าพืช

2. โครงการวิจัย : การตรวจสอบคุณภาพสินค้าเกษตรในห่วงโซ่การผลิต

กิจกรรม : 3 การตรวจสอบคุณภาพสินค้าและความปลอดภัยของสินค้าเกษตรด้านพืช

3. ชื่อการทดลอง 3.2 การตรวจสอบปริมาณตะกั่วและแคดเมียมจากภาชนะบรรจุที่มีผลต่ออาหาร
The Determination of Lead and Cadmium from Food Contact Material

4. คณะผู้ดำเนินงาน

หัวหน้าการทดลอง : นางสาวรัชณี ทวีผล สังกัด สำนักพัฒนาระบบและรับรองมาตรฐานสินค้าพืช

ผู้ร่วมงาน : กนกวรรณ พลฉิม สังกัด สำนักพัฒนาระบบและรับรองมาตรฐานสินค้าพืช

5. บทคัดย่อ

การตรวจสอบปริมาณตะกั่วและแคดเมียมจากภาชนะบรรจุที่มีผลต่ออาหารเป็นการศึกษาปริมาณตะกั่วและแคดเมียมที่ละลายจากภาชนะเซรามิก และศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการละลายของตะกั่วและแคดเมียม ภาชนะเซรามิกที่ใช้ในการศึกษาจำนวน 60 ตัวอย่าง สุ่มเก็บจากแหล่งจำหน่ายในกรุงเทพฯ และจากแหล่งผลิตในจังหวัดสระบุรี ลำปาง เชียงใหม่ และเชียงราย ซึ่งผลิตเพื่อจำหน่ายภายในประเทศและเพื่อการส่งออก ตัวอย่างภาชนะเซรามิก ได้แก่ แก้ว ถ้วย และชาม ซึ่งอยู่ในกลุ่มภาชนะแบบลักษณะเล็กตามบัญชีหมายเลข 2 ท้ายประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 92 (พ.ศ.2528) เรื่อง กำหนดคุณภาพหรือมาตรฐานของภาชนะบรรจุ การใช้ภาชนะบรรจุและการห้ามใช้วัตถุใดเป็นภาชนะบรรจุ จากผลการทดลองทุกตัวอย่างไม่พบตะกั่วและแคดเมียมละลายออกจากภาชนะเซรามิก โดยปริมาณต่ำสุดที่สามารถตรวจวัดได้ของตะกั่วและแคดเมียม คือ 0.1 mg/L และ 0.01 mg/L และจากการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการละลายของตะกั่วและแคดเมียมจากภาชนะเซรามิก พบว่าในช่วงอุณหภูมิ 80 – 100 องศาเซลเซียส ช่วงระยะเวลา 60 – 180 นาที พบตะกั่วละลายออกจากภาชนะเซรามิก 0.1 mg/L จำนวน 2 ตัวอย่าง จากแหล่งจำหน่ายในกรุงเทพฯ ทั้ง 2 แห่ง และพบตะกั่วในช่วง 0.1 – 0.3 mg/L จำนวน 10 ตัวอย่าง จากแหล่งผลิตในจังหวัดลำปาง จำนวน 1 แห่ง นอกจากนี้ในช่วงอุณหภูมิ 80 – 100 องศาเซลเซียส ช่วงระยะเวลา 60 – 180 นาที ยังพบแคดเมียมในช่วง 0.01 – 0.06 mg/L จำนวน 11 ตัวอย่าง จากแหล่งผลิตในจังหวัดลำปาง ทั้ง 7 แห่ง ควบคุมคุณภาพผลการทดสอบโดยการเติมสารละลายมาตรฐานตะกั่วและแคดเมียม เพื่อหาประสิทธิภาพการเอาสารกลับคืน (% Recovery) พบว่าตะกั่วมีค่าอยู่ในช่วง 82.77 – 108.96 % และแคดเมียมมีค่าอยู่ในช่วง 81.48 – 105.22 % จากผลการทดลองนี้ทำให้ทราบว่าภาชนะเซรามิกที่ผลิตจำหน่ายภายในประเทศมีคุณภาพและความปลอดภัยผ่านเกณฑ์ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 92 นอกจากนี้ยัง

พบว่าเมื่อมีการนำภาชนะเซรามิกไปใช้ใส่อาหารที่มีอุณหภูมิสูง (80 – 100 องศาเซลเซียส) ช่วงระยะเวลา 60 – 180 นาที มีโอกาสที่ตะกั่วและแคดเมียมจะละลายออกมาปนเปื้อนกับอาหาร แต่ก็ยังอยู่ในเกณฑ์ความปลอดภัย

6. คำนำ

ตะกั่วเป็นโลหะชนิดหนึ่งที่มีมักจะนำไปใช้ในการผลิตสินค้าอุปโภคบริโภคหลากหลายชนิดที่มนุษย์ใช้ในชีวิตประจำวัน แต่เนื่องจากตะกั่วเป็นสารที่ส่งผลกระทบต่อมนุษย์ การสัมผัส การสูดดม การรับประทาน หรือการใช้สินค้าต่างๆ ที่มีตะกั่วเจือปนอยู่ทำให้มนุษย์ต้องเสี่ยงกับการได้รับตะกั่วเข้าสู่ร่างกายทั้งทางตรงและทางอ้อมอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ ตะกั่วจะไม่แสดงความเป็นพิษต่อมนุษย์ในทันทีทันใด แต่ตะกั่วจะสะสมอยู่ในร่างกายและจะแสดงความเป็นพิษออกมาเมื่อตะกั่วได้สะสมอยู่ในร่างกายจนถึงขนาดแล้ว มีการกำหนดให้ปริมาณสารตะกั่วเจือปนในร่างกายได้ไม่เกิน 0.00001 กรัมในเลือด 1 เดซิลิตร (ปราโมทย์ และรินทวัฒน์) แคดเมียมก็เช่นกัน ถูกนำไปใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมและสินค้าอุปโภค จึงทำให้โลหะแคดเมียมเกิดการปนเปื้อนอยู่ในสิ่งแวดล้อมบรรยากาศและในอาหาร ทำให้มนุษย์ได้รับแคดเมียมเข้าสู่ร่างกายได้หลายทางโดยทั่วไปจะได้รับแคดเมียมเข้าสู่ร่างกายจากอาหารที่บริโภคเข้าไปเป็นหลัก ปริมาณแคดเมียมทั้งหมดในร่างกายครึ่งหนึ่งจะไปสะสมอยู่ที่ตับและไตทำให้เกิดพิษสะสมได้ การขับแคดเมียมที่ร่างกายดูดซึมเข้าไปแล้วออกจากร่างกายเป็นไปค่อนข้างช้ามาก เพราะวงจรชีวิตของแคดเมียมในคนค่อนข้างยาว 16 -33 ปี (เขมชาติ และคณะ)

การปนเปื้อนของตะกั่วและแคดเมียมจากภาชนะนั้นมาจากการใช้ภาชนะปรุงและใส่อาหาร โดยปกติภาชนะสำหรับปรุงและใส่อาหารผลิตจากวัสดุที่มีการเคลือบเงา ไม่มีรูพรุน น้ำไม่สามารถผ่านผิวหน้าเข้าไปได้ เช่นเซรามิก ซึ่งเป็นภาชนะที่มีการเคลือบผิวหน้า ผลิตโดยใช้อุณหภูมิสูงในการเผา การเตรียมน้ำเคลือบที่เหมาะสมและทำการเผาที่อุณหภูมิสูงพอจะไม่มีสารละลายตะกั่วและสารประกอบโลหะอื่นในระหว่างการปรุงอาหารหรือใส่อาหาร ภาชนะเซรามิกที่ไม่ได้ผ่านการเผาที่อุณหภูมิสูงเพียงพอ หรือทำด้วยวัสดุที่หลอมไม่สมบูรณ์ ก็สามารถปลดปล่อยตะกั่วและแคดเมียมเข้าสู่อาหารได้ ภาชนะเซรามิกจึงเป็นแหล่งของอันตรายจากตะกั่วและแคดเมียมเมื่อใช้กับอาหารที่เป็นกรดหรือด่าง (Mellor, 1934)

จากการศึกษาการละลายของตะกั่วจากภาชนะเซรามิกพบว่าเมื่อการสกัดตะกั่วด้วยสารละลายกรดแอสซิดิก ความเข้มข้นร้อยละ 4 จำนวน 20 ครั้ง พบการละลายของตะกั่วในแต่ละครั้งลดลง แสดงให้เห็นว่าการละลายของตะกั่วเป็นไปอย่างต่อเนื่องในขณะที่ภาชนะเมื่อถูกใช้ไปเรื่อยๆ (Abou Arab, 2000)

การละลายของตะกั่วจากภาชนะเซรามิกไปสู่อาหาร Mejia และ Craigmill 1996 รายงานว่า ตะกั่วถูกละลายจากภาชนะเซรามิกไปสู่ salsa (pH 4.8) พบในช่วง 8 ถึงมากกว่า 500 ppm Mohamed และคณะ (1995) รายงานว่าอาหารที่เป็นกรดเป็นสาเหตุทำให้ตะกั่วถูกชะออกมาจากเซรามิก ซึ่งเหมือนกับ Romieu และคณะ (1994) รายงานว่าอาหารและเครื่องดื่มที่เก็บในภาชนะเซรามิก จะปนเปื้อนตะกั่วที่ปริมาณมากกว่า 3730 mg/L ซึ่งละลายออกมาจากภาชนะเซรามิก

นอกจากนี้ Lars Jorhem และคณะ (2007) ได้ทำการศึกษาโดยใช้น้ำประปา น้ำส้ม ไวน์แดง และสารละลายกรดแอสซิดิก ความเข้มข้นร้อยละ 4 ใส่ไว้ในแก้วเซรามิกสีขาวซึ่งด้านในของแก้วถูกเคลือบด้วยน้ำเคลือบที่มีตะกั่ว ภายใต้สภาวะ 22 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง พบว่าในน้ำประปาไม่พบตะกั่ว ส่วนน้ำส้มและไวน์

แดงพบตะกั่วประมาณ 20 % ของปริมาณตะกั่วที่ตรวจพบโดยการสกัดด้วยสารละลายกรดแอสซิติค ความเข้มข้นร้อยละ 4

จากการศึกษารวบรวมข้อมูลข้างต้นทำให้ทราบว่าในต่างประเทศพบการละลายของตะกั่วและแคดเมียมจากภาชนะเซรามิกปนเปื้อนในอาหารค่อนข้างมาก จากพฤติกรรมการใช้ภาชนะใส่อาหารเพื่อการบริโภคในครัวเรือนและในร้านอาหารของคนไทยส่วนใหญ่เลือกใช้ภาชนะเซรามิกเช่นกัน ดังนั้นการตรวจสอบคุณภาพปริมาณตะกั่วและแคดเมียมจากภาชนะบรรจุที่มีผลต่ออาหารในครั้งนี้จึงเลือกใช้ภาชนะเซรามิกมาทำการศึกษ ปริมาณตะกั่วและแคดเมียมที่จากภาชนะบรรจุที่มีผลต่ออาหาร และศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการละลายของตะกั่วและแคดเมียมจากภาชนะเซรามิก เพื่อนำข้อมูลที่ได้เผยแพร่ให้ผู้บริโภคนำไปประกอบการเลือกใช้ภาชนะเซรามิกให้เหมาะกับการใช้งานเพื่อความปลอดภัยของผู้บริโภคและหลีกเลี่ยงการใช้งานที่ไม่เหมาะสมได้

7.วิธีดำเนินการ

วัสดุและอุปกรณ์

1. ตัวอย่างภาชนะเซรามิก ได้แก่ แก้ว ถ้วย ชาม จำนวน 60 ตัวอย่าง ซึ่งสุ่มเก็บจากแหล่งจำหน่ายและแหล่งผลิต ดังนี้

- 1.1 แหล่งจำหน่ายในกรุงเทพฯ 2 แห่ง จำนวน 14 ตัวอย่าง
- 1.2 แหล่งผลิตในจังหวัดสระบุรี 2 แห่ง จำนวน 12 ตัวอย่าง
- 1.3 แหล่งผลิตในจังหวัดลำปาง 7 แห่ง จำนวน 23 ตัวอย่าง
- 1.4 แหล่งผลิตในจังหวัดเชียงใหม่ 2 แห่ง จำนวน 7 ตัวอย่าง
- 1.5 แหล่งผลิตในจังหวัดเชียงราย 2 แห่ง จำนวน 4 ตัวอย่าง

2. สารเคมี

กรดแอสซิติค เข้มข้น 100% (Merck, ประเทศเยอรมนี)

สารละลายมาตรฐานตะกั่ว 1000 มิลลิกรัมต่อลิตร (Merck, ประเทศเยอรมนี)

สารละลายมาตรฐานแคดเมียม 1000 มิลลิกรัมต่อลิตร (Merck, ประเทศเยอรมนี)

น้ำยาล้างทำความสะอาดเซรามิก (Washing agent) (Decon 90, ประเทศอังกฤษ)

น้ำกลั่น

3. เครื่องมือ

เครื่องอะตอมมิคแอบซอร์ปชันสเปกโตรมิเตอร์ (Atomic absorption spectrometer) (Perkin Elmer รุ่น AAnalyst 700, ประเทศสหรัฐอเมริกา)

หลอดกำเนิดแสงตะกั่ว ชนิด halo cathode (Perkin Elmer, ประเทศสหรัฐอเมริกา)

หลอดกำเนิดแสงแคดเมียม ชนิด halo cathode (Perkin Elmer, ประเทศสหรัฐอเมริกา)

ตู้ควบคุมอุณหภูมิต่ำ (Cooled Incubator) (Binder รุ่น KB240, ประเทศเยอรมนี)

ตู้อบลมร้อน (Binder รุ่น FD115, ประเทศเยอรมนี)

เครื่องแก้วที่ใช้ในการทดลอง

วิธีการ

1. แบบและวิธีการทดลอง

1.1 การสุ่มเก็บตัวอย่าง สุ่มเก็บตัวอย่างภาชนะเซรามิกจากแหล่งจำหน่าย แหล่งผลิตที่จำหน่ายในประเทศและส่งออก

1.2 ตัวอย่างที่สุ่มเก็บจากแหล่งจำหน่ายและแหล่งผลิตในประเทศไทย จะนำมาวิเคราะห์ปริมาณตะกั่วและแคดเมียมที่ละลายจากภาชนะเซรามิก ตามมาตรฐาน วิธีทดสอบตะกั่วและแคดเมียมที่ละลายจากภาชนะเซรามิก ภาชนะเซรามิกแก้ว และภาชนะแก้วที่ใช้กับอาหาร มอก.32-2546

1.3 นำมาศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการละลายของตะกั่วและแคดเมียมจากภาชนะเซรามิกไปสู่อาหาร โดยเลือกใช้สภาวะที่ภาชนะเซรามิกจะสัมผัสกับอาหาร ดังนี้

- (1) อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 30 60 120 และ 180 นาที
- (2) อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 30 60 120 และ 180 นาที
- (3) อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 30 60 120 และ 180 นาที
- (4) อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 30 60 120 และ 180 นาที

1.4 สรุปผล และรายงานผลต่อกรมวิชาการเกษตร

2. วิธีปฏิบัติการทดลอง

ตัวอย่างภาชนะเซรามิกที่จะนำมาตรวจสอบปริมาณตะกั่วและแคดเมียม จะเตรียมและสกัดตามวิธีทดสอบตะกั่วและแคดเมียมที่ละลายจากภาชนะเซรามิก ภาชนะเซรามิกแก้ว และภาชนะแก้วที่ใช้กับอาหาร มอก.32-2546 ดังนี้

2.1 การเตรียมตัวอย่าง

ล้างตัวอย่างภาชนะเซรามิกด้วยน้ำยาล้างทำความสะอาด ความเข้มข้น 1 มิลลิตรต่อลิตร ที่อุณหภูมิประมาณ 40 ± 5 องศาเซลเซียส แล้วล้างออกด้วยน้ำประปา จากนั้นล้างด้วยน้ำกลั่นอีกครั้ง เช็ดให้แห้ง

2.2 การสกัดตัวอย่าง

ใส่สารละลายกรดอะซิติกร้อยละ 4 โดยปริมาตร ลงในภาชนะตัวอย่าง ห่างจากขอบบนของภาชนะตัวอย่าง 6 มิลลิเมตร ปิดปากภาชนะแล้วนำไปไว้ในตู้ควบคุมอุณหภูมิ ที่อุณหภูมิ 22 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ± 30 นาที

2.3 การตรวจวัดปริมาณตะกั่วและแคดเมียมในสารละลาย

คนสารละลายในตัวอย่างภาชนะเซรามิกให้เป็นเนื้อเดียวกัน ระวังอย่าให้โดนผนังภาชนะ ถ่ายสารละลายจากตัวอย่างภาชนะเซรามิกใส่ขวดวัดปริมาตรขนาด 100 มิลลิตร นำไปตรวจวัดปริมาณตะกั่วและแคดเมียมทันทีด้วยเครื่องอะตอมมิคแอบซอร์บชั่นสเปกโตรมิเตอร์โดยใช้เทคนิคเฟรม การตรวจวัดปริมาณตะกั่วใช้

หลอดกำเนิดแสงตะกั่ว ที่ความยาวคลื่น 217.0 นาโนเมตร ส่วนการตรวจวัดปริมาณแคดเมียมใช้หลอดกำเนิดแคดเมียม ที่ความยาวคลื่น 228.3 นาโนเมตร โดยแต่ละตัวอย่างทำการทดลอง 2 ซ้ำ

2.4 การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการละลายของตะกั่วและแคดเมียมจากภาชนะเซรามิกไปสู่อาหาร

ทำเช่นเดียวกับข้อ 2.1 – 2.3 โดยใช้สภาวะที่กำหนดตามข้อ 1.3 แล้วนำไปตรวจวัดปริมาณตะกั่วและแคดเมียม

8. ระยะเวลาเริ่มต้นและสิ้นสุด

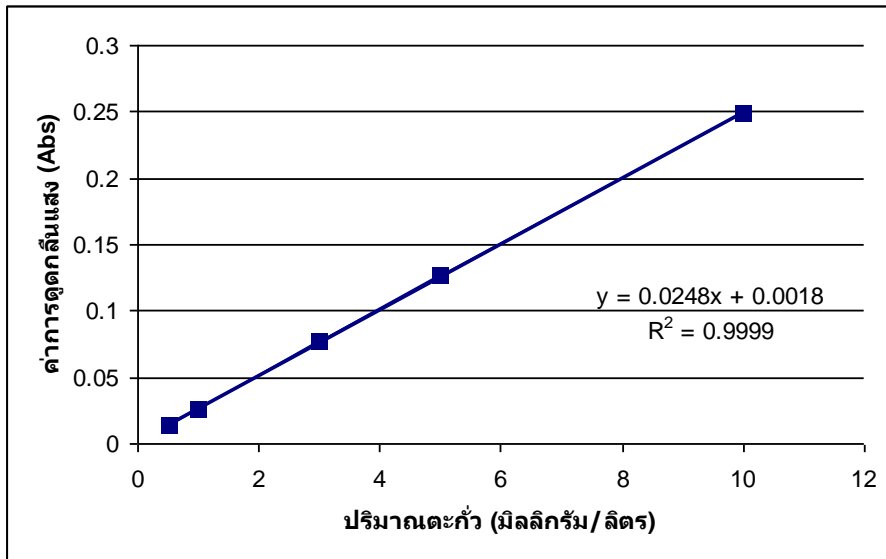
ตุลาคม 2553 – กันยายน 2555

9. สถานที่ดำเนินการ

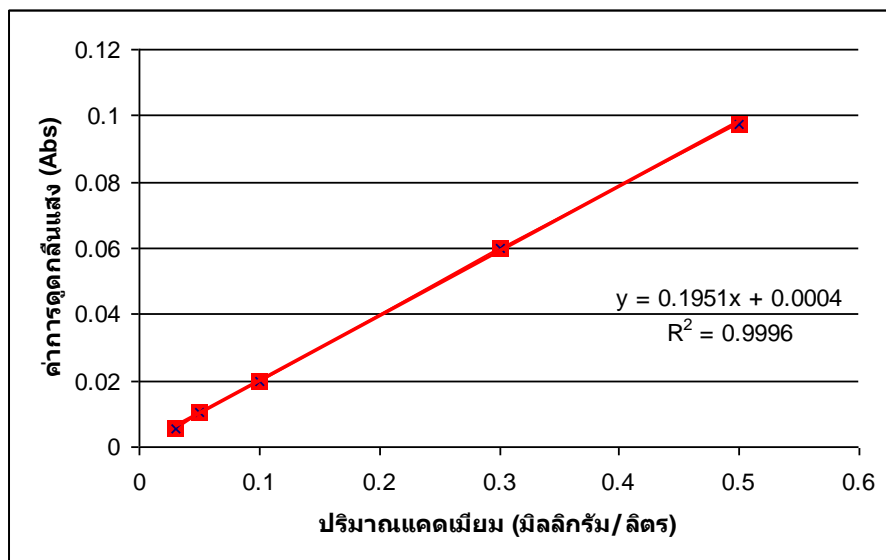
ห้องปฏิบัติการเคมีภาชนะบรรจุ กลุ่มพัฒนาระบบตรวจสอบคุณภาพสินค้า สำนักพัฒนาระบบและรับรองมาตรฐานสินค้าพืช

10. ผลการทดลองและวิจารณ์

จากผลการทดลองศึกษาปริมาณตะกั่วและแคดเมียมที่ละลายจากภาชนะเซรามิกในกลุ่มภาชนะแบบลึกลับขนาดเล็ก ซึ่งเป็นภาชนะที่ความลึกไม่น้อยกว่า 25 มิลลิเมตร ความจุไม่เกิน 1.1 ลิตร (กระทรวงสาธารณสุข, 2528) เป็นขนาดภาชนะที่ใช้ใส่อาหารสำหรับบริโภคทั่วไปในครัวเรือนและร้านอาหาร เช่น แก้วกาแฟ แก้วใส่น้ำ และเครื่องดื่ม ถ้วยและชามใส่อาหารสำหรับบริโภค โดยทำการทดสอบที่อุณหภูมิ 22 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ใช้สารละลายกรดอะซิติก ความเข้มข้นร้อยละ 4 ในการสกัด ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เรื่อง วิธีทดสอบตะกั่วและแคดเมียมที่ละลายจากภาชนะเซรามิก ภาชนะเซรามิกแก้ว และภาชนะแก้วที่ใช้กับอาหาร (มอก.32-2546) พบว่าภาชนะเซรามิกที่สุ่มเก็บจากแหล่งจำหน่ายในกรุงเทพฯ แหล่งผลิตในจังหวัดสระบุรี ลำปาง เชียงใหม่ และเชียงราย ไม่พบตะกั่วและแคดเมียมละลายออกจากภาชนะเซรามิกทุกตัวอย่าง โดยปริมาณต่ำสุดที่สามารถตรวจวัดได้ของตะกั่วและแคดเมียม คือ 0.1 mg/l และ 0.01 mg/l ตามลำดับ และมีค่า R^2 ของกราฟสารละลายมาตรฐานของตะกั่วและแคดเมียมเป็น 0.9999 และ 0.9996 ดังแสดงในภาพที่ 1 และ 2 ดังนั้นภาชนะเซรามิกเหล่านี้จึงมีความปลอดภัยผ่านเกณฑ์ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 92 (พ.ศ.2528) เรื่อง กำหนดคุณภาพหรือมาตรฐานของภาชนะบรรจุ การใช้ภาชนะบรรจุและการห้ามใช้วัตถุใดเป็นภาชนะบรรจุ ซึ่งบัญญัติหมายเลข 2 ห้ามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับนี้ ได้กำหนดปริมาณสูงสุดของตะกั่วที่ละลายจากภาชนะเซรามิกแบบลึกลับขนาดเล็กไว้ที่ 5.0 mg/l และ 0.5 mg/l สำหรับแคดเมียม



ภาพที่ 1 กราฟมาตรฐาน (calibration curve) ของตะกั่ว



ภาพที่ 2 กราฟมาตรฐาน (calibration curve) ของแคดเมียม

การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการละลายของตะกั่วและแคดเมียมจากภาชนะเซรามิกไปสู่อาหารโดยใช้กลุ่มตัวอย่างเดิม และใช้สารละลายกรดแอสซิติค ความเข้มข้นร้อยละ 4 ในการสกัดตะกั่วและแคดเมียม ซึ่งจากการศึกษาของ Arab (2000) พบว่าเมื่อใช้สารละลายกรดแอสซิติค ความเข้มข้นร้อยละ 2 4 6 และ 8 ในการสกัดตะกั่วจากภาชนะเซรามิก พบตะกั่วละลายออกจากภาชนะเซรามิกมากที่สุดจากการสกัดด้วยสารละลายกรดแอสซิติค ความเข้มข้นร้อยละ 4 รองลงมา คือ จากการสกัดด้วยสารละลายกรดแอสซิติค ความเข้มข้นร้อยละ 6 8 และ 2 ตามลำดับ และกำหนดสภาวะที่ใช้ในการทดสอบที่อุณหภูมิ 40 60 80 และ 100 องศาเซลเซียส เนื่องจากสารที่ใช้ในการสกัดเป็นสารละลายจึงมีข้อจำกัดในเรื่องของอุณหภูมิที่ใช้ในการสกัดได้สูงสุดเพียง 100 องศาเซลเซียส

ระยะเวลาที่ใช้ในการสกัดเป็น 30 60 120 และ 180 นาที โดยจำลองจากสภาวะการใช้งานของภาชนะเซรามิกใส่อาหารเพื่อการบริโภคในครัวเรือนและในร้านอาหาร เช่น ใส่อาหารปรุงสุก การนำภาชนะเซรามิกไปใช้อุ่นอาหารในไมโครเวฟ จากการทดลองนี้แบ่งกลุ่มภาชนะเซรามิกตามแหล่งที่มา ดังนี้ แหล่งจำหน่ายในกรุงเทพฯ จำนวน 2 แห่ง แหล่งผลิตในจังหวัดสระบุรี จำนวน 2 แห่ง แหล่งผลิตในจังหวัดลำปาง จำนวน 7 แห่ง แหล่งผลิตในจังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 2 แห่ง และแหล่งผลิตในจังหวัดเชียงราย จำนวน 2 แห่ง จากผลการทดลองพบว่าในช่วงอุณหภูมิ 80 – 100 องศาเซลเซียส ช่วงระยะเวลา 60 – 180 นาที พบตะกั่วละลายออกจากภาชนะเซรามิก 0.1 mg/l จำนวน 2 ตัวอย่าง จากแหล่งจำหน่ายในกรุงเทพฯ ทั้ง 2 แห่ง และพบตะกั่วในช่วง 0.1 – 0.3 mg/l จำนวน 10 ตัวอย่าง จากแหล่งผลิตในจังหวัดลำปาง จำนวน 1 แห่ง นอกจากนี้ในช่วงอุณหภูมิ 80 – 100 องศาเซลเซียส ช่วงระยะเวลา 60 – 180 นาที ยังพบแคดเมียมในช่วง 0.01 – 0.06 mg/l จำนวน 11 ตัวอย่าง จากแหล่งผลิตในจังหวัดลำปาง ทั้ง 7 แห่ง ควบคุมคุณภาพผลการทดสอบโดยการเติมสารละลายมาตรฐานตะกั่วและแคดเมียม เพื่อหาประสิทธิภาพการเอาสารกลับคืน (% Recovery) พบว่าตะกั่วมีค่าอยู่ในช่วง 82.77 – 108.96 % และแคดเมียมมีค่าอยู่ในช่วง 81.48 – 105.22 % ซึ่งเป็นไปตามการควบคุมคุณภาพผลการทดสอบตะกั่วและแคดเมียมที่ละลายจากภาชนะเซรามิกของ Council Directive 84/500/EEC (1984) ซึ่งกำหนดไว้ในช่วง 80 – 120 % อย่างไรก็ตามปริมาณตะกั่วและแคดเมียมที่พบละลายออกมาจากภาชนะเซรามิกเหล่านี้ก็ยังคงผ่านเกณฑ์ในกลุ่มของภาชนะเซรามิกแบบลิกขนาดเล็กตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 92 (พ.ศ.2528) และยังคงมีความปลอดภัยเมื่อนำมาใช้ใส่อาหารสำหรับบริโภคในช่วงอุณหภูมิไม่เกิน 100 องศาเซลเซียส ระยะเวลาในการสัมผัสอาหารไม่เกิน 180 นาที หรือ 3 ชั่วโมง อุณหภูมิและระยะเวลาจึงเป็นปัจจัยที่อาจส่งผลต่อการละลายของตะกั่วและแคดเมียม ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับกระบวนการผลิตภาชนะเซรามิกด้วย การใช้สูตรสารเคลือบที่ไม่เหมาะสม หรือภาชนะเซรามิกที่ไม่ได้ผ่านการเผาที่อุณหภูมิสูงเพียงพอ หรือทำด้วยวัสดุที่หลอมไม่สมบูรณ์ ก็สามารถปลดปล่อยตะกั่ว แคดเมียม และโลหะอื่นๆ เข้าสู่อาหารได้ (E. González-Soto และคณะ, 2000)

11. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

จากผลการศึกษาตะกั่วและแคดเมียมที่ละลายออกจากภาชนะเซรามิก จำนวน 60 ตัวอย่าง จากแหล่งจำหน่ายในกรุงเทพฯ และจากแหล่งผลิตในจังหวัดสระบุรี ลำปาง เชียงใหม่ และเชียงราย ซึ่งผลิตเพื่อจำหน่ายภายในประเทศและเพื่อการส่งออก ทุกตัวอย่างไม่พบตะกั่วและแคดเมียมละลายออกจากภาชนะเซรามิก โดยปริมาณต่ำสุดที่สามารถตรวจวัดได้ของตะกั่วและแคดเมียม คือ 0.1 mg/l และ 0.01 mg/l ดังนั้นตัวอย่างภาชนะเซรามิกที่สุ่มเก็บจากแหล่งเหล่านี้จึงมีคุณภาพความปลอดภัยผ่านเกณฑ์ในกลุ่มของภาชนะเซรามิกแบบลิกขนาดเล็กตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 92 (พ.ศ.2528) เรื่อง กำหนดคุณภาพหรือมาตรฐานของภาชนะบรรจุ การใช้ภาชนะบรรจุและการห้ามใช้วัตถุใดเป็นภาชนะบรรจุ หรือแม้กระทั่งคุณภาพในด้านการส่งออกโดยทำการเปรียบเทียบกับมาตรฐานของต่างประเทศ เช่น ญี่ปุ่น สหรัฐอเมริกา สหภาพยุโรป เป็นต้น กำหนดให้ตรวจสอบการละลายของตะกั่วและแคดเมียมจากภาชนะเซรามิกที่นำเข้ามาจำหน่ายก็ตาม ซึ่งเกณฑ์กำหนดไม่มีความแตกต่างจากมาตรฐานของประเทศไทยมากนัก ภาชนะเซรามิกเหล่านี้ก็มีคุณภาพผ่านตามเกณฑ์ดังกล่าว

สำหรับการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการละลายของตะกั่วและแคดเมียมจากภาชนะเซรามิกนั้น พบการละลายของตะกั่วและแคดเมียมจากภาชนะเซรามิกเมื่ออุณหภูมิที่ใช้ในการสกัดสูงขึ้น คือตั้งแต่ 80 – 100 องศาเซลเซียส ที่ระยะเวลาในการสกัด 60 – 180 นาที ดังนั้นเมื่อมีการนำภาชนะเซรามิกไปใช้ที่อุณหภูมิสูงตั้งแต่ 80 จนถึง 100 องศาเซลเซียส สัมผัสอาหารที่มีความเป็นกรดในช่วงระยะเวลา 60 -180 นาที ก็มีโอกาสที่ตะกั่วและแคดเมียมจากภาชนะเซรามิกจะละลายออกมาปนเปื้อนกับอาหารได้ และจากแหล่งที่มาของตัวอย่างที่แตกต่างกัน ซึ่งแต่ละแหล่งมีการใช้เทคโนโลยีและวัตถุดิบในการผลิตแตกต่างกันไป จึงเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อคุณภาพของภาชนะเซรามิกทำให้พบการละลายของตะกั่วและแคดเมียมออกจากภาชนะ ถึงแม้ปัจจัยเหล่านี้อาจจะส่งผลต่อการละลายของตะกั่วและแคดเมียมออกจากภาชนะเซรามิก แต่ก็ทำให้ทราบว่าภาชนะเซรามิกเหล่านี้ก็ยังมีคุณภาพและความปลอดภัยสำหรับใช้ใส่อาหารเพื่อการบริโภคในครัวเรือนและในร้านอาหาร ถึงแม้จะนำไปใช้ที่อุณหภูมิสูงก็ตาม และยังได้คุณภาพตามมาตรฐานการส่งออกอีกด้วย

12. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

ได้ข้อมูลปริมาณของตะกั่วและแคดเมียมที่ละลายจากภาชนะเซรามิกที่ใช้สัมผัสอาหาร ซึ่งจำหน่ายและผลิตภายในประเทศ เพื่อเป็นข้อมูลเผยแพร่ให้ผู้บริโภคใช้ตัดสินใจเลือกใช้ภาชนะเซรามิกให้เหมาะกับการใช้งาน เพื่อความปลอดภัยของผู้บริโภค และเพื่อเป็นข้อมูลสนับสนุนคุณภาพภาชนะเซรามิกของประเทศว่ามีคุณภาพและได้มาตรฐานการส่งออก

13. คำขอบคุณ

14. เอกสารอ้างอิง

กระทรวงสาธารณสุข. 2528. ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 92 (พ.ศ.2528) เรื่อง กำหนดคุณภาพหรือมาตรฐานของภาชนะบรรจุ การใช้ภาชนะบรรจุและการห้ามใช้วัตถุใดเป็นภาชนะบรรจุ ประกาศ ณ วันที่ 19 กรกฎาคม พ.ศ. 2528 ราชกิจจานุเบกษา ฉบับพิเศษ เล่มที่ 102 ตอนที่ 117 ลงวันที่ 2 กันยายน พ.ศ. 2528.

เขมขิต ธนากิจชาญเจริญ นงนาถ เมฆรังสิมันต์ และสุรชัย ศิลาภรณ์โชติ. ประโยชน์และความเป็นพิษของโลหะหนักแคดเมียม. [ออนไลน์] [อ้างถึงวันที่ 1 กุมภาพันธ์ 2556] เข้าถึงได้จาก :

http://www.dss.go.th/dssweb/st-articles/files/cp_4_2551_Cadmium.pdf

ปราโมทย์ ศรีสุวรรณ และรินทวัฒน์ สมบัติศิริ. มปป. ตะกั่วและพิษของตะกั่ว. กลุ่มวิเทศสัมพันธ์สิ่งแวดล้อม สำนักเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมโรงงาน.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2546. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม วิธีทดสอบตะกั่วและแคดเมียมที่ละลายจากภาชนะเซรามิก ภาชนะเซรามิกแก้ว และภาชนะแก้วที่ใช้กับอาหาร. มอก. 32-2546.

- A.A.K. Abou-Arab. 2000. Release of lead from glaze-ceramicware into food cooked by open flame and microwave. *Food Chemistry* 73: 163-168.
- European Communities. 1984. Council Directive 84/500/EEC of 15 October 1984 on the approximation of the laws of the Member States relating to ceramic articles intended to come into contact with foodstuffs. *Official Journal of the European Community* L 277, 20.10.1984: 1-12.
- Lars Jorhem, Per Fjeldal, Birgitta Sundström and Kjetil Svensson. 2007. Lead Extracted from Ceramics under Household Conditions. The Swedish National Food Administration and the Norwegian Food Safety Authority.
- Mejia, E. G., & Craigmill, A. L. 1996. Transfer of lead from lead glazed ceramics to food. *J. Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 31, 581-584.
- Mellor, J. W. 1934. *Trans. Am. Ceram. Soc.*, 34, 118-179. Rapid abrasion test into indicate lead on the surface of ceramicware. *Journal of AOAC International*, 77(3), 718-722.
- Mohamed, N., Chin, Y. M., & Pok, F. W. 1995. Leaching of lead from local ceramic tableware. *J. Food Chemistry* 45(3): 245-249.
- Romieu, I. L., Palazuelos, E., Hernandez, M., Rios, C., Munoz, I., Jimenez, C., & Cahero, G. 1994. Source of lead exposure in Mexico City. *J. Environment Health Perspective* 102(4): 384-389.