

บิสฟีนอลเอ และขวดนมชนิดพลาสติก

■ บังอร บุญชู* พุทธิพงษ์ วิชัยพงษ์**

บทคัดย่อ

ในการศึกษาปริมาณบิสฟีนอลเอที่แพร่ออกจากขวดนมพลาสติกชนิดพอลิคาร์บอเนตโดย LC-MS/MS MRM-negative polarity mode สามารถตรวจยืนยันเอกลักษณ์เชิงคุณภาพด้วยมวลโมเลกุลที่สูญเสียโปรตอน m/z 227 และ productions ที่ m/z 212 และ 133 ความสัมพันธ์เชิงเส้นของบิสฟีนอลเอ m/z 227/212 กับบิสฟีนอลเอ m/z 199/93 ในช่วงความเข้มข้น 5-200 นาโนกรัมต่อมิลลิลิตร มีค่า correlation coefficient (R^2) 0.999 ค่าต่ำสุดที่สามารถตรวจวัด (Limit of Detection, LOD) 0.2 ไมโครกรัมต่อลิตร ผลการทดสอบขวดนมพลาสติกชนิดพอลิคาร์บอเนตใหม่และเก่าที่ผลิตในประเทศไทย จำนวน 10 ยี่ห้อ ขนาดความจุ 30-250 มิลลิลิตร พบว่าการทดสอบขวดนมใหม่ 8 ยี่ห้อ ด้วยน้ำกลั่นต้มที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง ไม่พบบิสฟีนอลเอจนถึงน้อยกว่า 0.5 ไมโครกรัมต่อลิตร ผลการทดสอบขวดนมใหม่ 2 ยี่ห้อด้วยน้ำกลั่นที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 10 วัน ยี่ห้อเดียวกันชุดแรก 7 ชุด พบ 72.6-84.5 ไมโครกรัมต่อลิตร และชุดที่ 2 จำนวน 13 ชุด พบ 100.9- 208.6 ไมโครกรัมต่อลิตร การทดสอบด้วยน้ำกรองต้มที่อุณหภูมิห้อง 24 ชั่วโมง 10 ชุด พบ 0.6-5.4 ไมโครกรัมต่อลิตร และพบว่าที่ 80 องศาเซลเซียส ในช่วงเวลา 30 นาที บิสฟีนอลเอสูงขึ้นถึง 9 ไมโครกรัมต่อลิตร ผลทดสอบด้วยน้ำประปาต้ม 10 ชุด ที่ 80 องศาเซลเซียส นาน 30 และ 60 นาที พบ 15.6-30.2 และ 32.8-54.6 ไมโครกรัมต่อลิตรตามลำดับ ในการทดสอบขวดนมเก่าที่ใช้ใช้งาน 1-2 ปี 5 ชุด ด้วยน้ำกรองต้มที่ 80 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที พบบิสฟีนอลเอ 5.9-11.8 ไมโครกรัมต่อลิตร

* นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการพิเศษ โครงการวิทยาศาสตร์ชีวภาพ

** นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการ โครงการวิทยาศาสตร์ชีวภาพ

จากผลการทดสอบข้างต้นแสดงว่าการเติมน้ำร้อนลงในขวดนมพลาสติกชนิดพอลิคาร์บอเนตและแช่ไว้จะมีปริมาณบิสฟีนอลเอเพิ่มขึ้นตามระยะเวลา เมื่อใช้น้ำประปาต้ม น้ำพบบิสฟีนอลเอสูงกว่าน้ำกรองและน้ำกลั่น ดังนั้นในการใช้ขวดนมจึงต้องหลีกเลี่ยงการใช้น้ำที่ร้อนจัดเทใส่ขวดโดยตรง ไม่ใช้ขวดเก่า และไม่ควรแช่น้ำและอุ่นน้ำนมไว้ในขวดเป็นเวลานาน

Abstract

The release of Bisphenol A (BPA) from polycarbonate (PC) baby bottles has been measured based on Liquid Chromatograph Tandem Mass Spectrometry (LC-MS/MS) with MRM-negative polarity mode, the qualitative confirmation of BPA identity used mass of the deprotonated molecule m/z 227 and major products ion at m/z 212,133. Linearity plot with ion abundance ratio of m/z 227/212 to internal standard Bisphenol F (BPF) m/z 199/93 versus 5-200 ng/mL BPA concentrations was observed and the correlation coefficient (r^2) value was 0.999 and limit of detection (LOD) was 0.2 $\mu\text{g/L}$. Ten brands of PC baby bottles produced and sold in retail market places and superstores in Thailand were testing by the method. All new and used bottles, 30-250 mL capacity, released BPA as followed: eight brands with distilled water at 70 °C for 2 hours were between not detectable and less than 0.5 $\mu\text{g/L}$, two brands with distilled water at 60 °C for



10 days, seven bottles of 1st brand and thirteen bottles of 2nd brand were 72.6-84.5 µg/L and 100.9-208.6 µg/L, respectively. Ten bottles with boiled filtered water at room temperature for 24 hours were 0.6-5.4 µg/L, new bottles with boiled filtered water at 80°C for 30 min. rose to 9 µg/L, ten bottles with boiled tap water at 80 °C for 30 and 60 min. were 15.6-30.2 µg/L and 32.8-54.6 µg/L respectively, and 5 used bottles (1-2 years) with boiled filtered water at 80°C for 30 min were 5.9-11.8 µg/L.

According to the results above shows that by filling hot tap water (>80°C) into bottles causes a release of BPA greater than filtered and distilled water. Therefore, in order to reduce this release we should avoid using the scratched bottles, water and the prepared milk should not be kept in PC bottles for a long time.

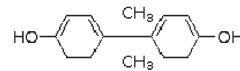
1. บทนำ

ในการเลี้ยงดูทารกแรกเกิด เด็กเล็ก ให้มีการเติบโต และมีพัฒนาการอย่างเหมาะสม ในช่วงขวบปีแรกจนถึงสามขวบ เป็นระยะเวลาสำคัญในช่วงชีวิตที่พ่อแม่ได้ให้ความเอาใจใส่ใน รายละเอียดของวิธีการดูแลรวมถึงขั้นตอนการป้อนนมและอาหาร ปัจจุบันอุปกรณ์ที่ใช้ใส่น้ำนมเพื่อป้อนแก่เด็กที่นิยมใช้ทั่วโลกคือ ขวดพลาสติกชนิดพอลิคาร์บอเนตซึ่งมีลักษณะใส ทนความร้อนได้ดีและสามารถนำมาใช้ซ้ำได้หลายครั้ง ไม่แตกง่าย ความได้เปรียบของวัสดุพลาสติกเมื่อเทียบกับขวดแก้ว จึงเป็นทางเลือกที่ผู้บริโภคให้ความนิยมสูง แต่อย่างไรก็ตามผลกระทบต่อสุขภาพ การใช้พลาสติกชนิดพอลิคาร์บอเนตอาจจะมีสารประกอบบางชนิด หลุดปนเป็นอันตรายต่อสุขภาพและอาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพ

พลาสติคพอลิคาร์บอเนต และบิสฟีนอลเอ

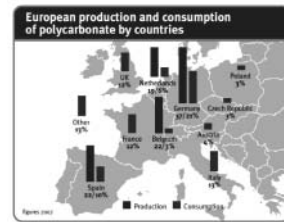
ในปี 1905 โทมัส ซิงเก (Thomas Zincke) แห่ง มหาวิทยาลัย Marburg สหพันธรัฐเยอรมนี ค้นพบสารบิสฟีนอลเอ (Bisphenol A, BPA) (ภาพที่ 1) โดยสังเคราะห์จากฟีนอลและ อะซิโตน หลังจากนั้นราว 50 ปี เฮอร์แมน ซเนล แห่งบริษัท ไบเออร์ สหพันธรัฐเยอรมนี และ แดน ฟอกซ์ แห่งบริษัท เจนเนอรัลอิเล็กทริก สหรัฐอเมริกา ได้พัฒนากระบวนการ พอลิคาร์บอเนตจากบิสฟีนอลเอในระดับอุตสาหกรรมสำเร็จใน

ปี 1953 ด้วยคุณสมบัติที่มีลักษณะใสเหมือนแก้วทนความร้อน ได้ดี จึงสามารถใช้แทนวัสดุเดิมเช่นแก้วหรือไม้ และนำมาผลิต ของใช้ในชีวิตประจำวันนานาชนิดและบรรจุภัณฑ์ สหรัฐอเมริกา เป็นผู้ผลิตสารพอลิคาร์บอเนตรายใหญ่ ปริมาณที่ผลิตได้ใน ปี 2006 1 พันล้านกิโลกรัม ในปี 2007 ทั่วโลกผลิตได้ถึง 4 พันล้านกิโลกรัม ประเทศที่ผลิตพอลิคาร์บอเนตและใช้ปริมาณ สูงสุดในสหภาพยุโรปคือ สหพันธรัฐเยอรมัน คิดเป็นร้อยละ 37 รองลงมาคือสเปน เบลเยียมและเนเธอร์แลนด์ ผลิตประมาณ ร้อยละ 22 ประเทศฝรั่งเศส อังกฤษและอิตาลี และสเปน นำไป ใช้คิดเป็นร้อยละ 10-13 ดังแสดงในภาพที่ 2 และ 3

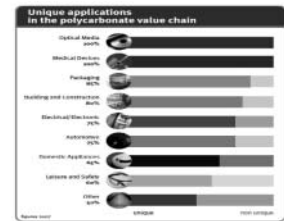


ภาพที่ 1 Bisphenol A (BPA) หรือ 2,2-bis (4 hydroxyphenyl) propane.

ที่มา http://en.wikipedia.org/wiki/Bisphenol_A



ภาพที่ 2 European Production and consumption of polycarbonate by countries



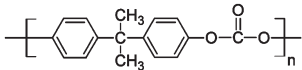
ภาพที่ 3 European consumption of polycarbonate by sectors
ที่มา Jasmine Bird, http://www.bisphenol-a-europe.org/uploads/Lay_Socioeconomic%20contribution_09092009.pdf

คุณสมบัติของพอลิคาร์บอเนต

พอลิคาร์บอเนตเป็นวัสดุใสคล้ายแก้วที่อุณหภูมิห้องถึง 150 องศาเซลเซียส จัดเป็นเทอร์โมพลาสติกที่มีความแข็งแรง เหนียว ทนทาน ใส สามารถนำไปขึ้นรูปเป็นสินค้านานาชนิด รวมถึงเป็นวัสดุตกแต่งภายในบ้าน อาคาร และรถยนต์ การที่



โครงสร้างโมเลกุลของพอลิคาร์บอนเนต (ภาพที่ 4) เป็นพอลิเอสเทอร์ของกรดคาร์บอนิกและไดไฮดริคฟีนอล (dihydricphenol) เช่น บิสฟีนอล ซึ่งโมเลกุลของน้ำหายไป จึงเป็นผลให้โครงสร้างไม่เสถียรมากนักและสามารถเกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลซิส (hydrolysis) ผลการศึกษาความเสถียรที่ความชื้นสัมพัทธ์ 100 และอุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส พบว่าพอลิคาร์บอนเนต commercial grade สูญเสียคุณสมบัติและเหลือเพียงร้อยละ 65 ภายหลังจากผลิต 4 สัปดาห์ ดังนั้นจึงไม่ควรใช้พอลิคาร์บอนเนตในสภาวะที่มีความชื้นและความร้อนสูง⁽¹⁾



ภาพที่ 4 โครงสร้างโมเลกุลของ polycarbonate
ที่มา <http://en.wikipedia.org/wiki/Polycarbonate>

เกณฑ์กำหนดตามกฎระเบียบ ของสหภาพยุโรป

บิสฟีนอลเอเป็นสารควบคุมการควบคุมระดับฮอร์โมนในสิ่งมีชีวิต Scientific Committee on Toxicity, Ecotoxicity and Environment (CSTEE)⁽²⁾ จัดอยู่ในกลุ่มสารก่อมะเร็ง จึงเป็นสาเหตุให้สาธารณชนให้ความสนใจและกังวลต่อความปลอดภัยของขวดนมเด็กที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน ตาม Directive 2004/19/EC ค่า Specific Migration Limit (SML(T)) ในอาหารหรือในสารละลายตัวแทนอาหาร (food simulant) ของบิสฟีนอลเอ คือ 0.6 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม และการทดสอบตาม CEN EN 14350-2:2004 Child use and care articles สำหรับ Drinking equipment กำหนดการเคลื่อนย้ายของบิสฟีนอลเอ ต้องน้อยกว่า 0.03 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร⁽³⁾ (ทดสอบด้วย aqueous simulant 100 มิลลิลิตร ที่ 40 องศาเซลเซียส เวลา 24 ชั่วโมง)

มาตรฐานขวดนมของประเทศไทย

ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 117 (2532) เรื่อง ขวดนม และมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ขวดนมพลาสติก (มอก.1181-2536) กำหนดขวดนมพลาสติกต้องเป็นชนิดพอลิคาร์บอนเนต

ผลกระทบและสถานการณ์ ของบิสฟีนอลเอ

รัฐบาลแคนาดาได้ประกาศเมื่อวันที่ 17 ตุลาคม 2551 ให้สารบิสฟีนอลเอ เป็นสารเคมีอันตรายต้องห้าม เนื่องจากหน่วยงานด้านสาธารณสุขและด้านสิ่งแวดล้อมของแคนาดาตรวจพบว่า บิสฟีนอลเอแม้ในปริมาณที่ต่ำเป็นอันตรายต่อปลาและสิ่งมีชีวิตในธรรมชาติ เป็นสาเหตุของโรคมะเร็ง โรคหัวใจ เบาหวาน และโรคตับ ได้มีประกาศเมื่อวันที่ 19 เมษายน 2551 ห้ามจำหน่ายขวดนมเด็กที่มีสารบิสฟีนอลเอ ในสหรัฐอเมริกา การประเมินในปี 2553 ของ USFDA พบว่ามีการปนเปื้อนของบิสฟีนอลเอในอาหารจากการใช้วัสดุสัมผัสอาหาร ที่ 2.42 และ 0.185 ไมโครกรัมต่อน้ำหนักตัวในเด็กทารกและเด็กเล็กตามลำดับ จึงสนับสนุนให้อุตสาหกรรมยกเลิกการผลิตขวดนมที่มีบิสฟีนอลเอ⁽⁴⁾ เมื่อเดือนพฤศจิกายน 2553 สหภาพยุโรปได้ประกาศห้ามใช้ขวดนมที่ปนเปื้อนบิสฟีนอลเอ โดยห้ามจำหน่ายและนำเข้าขวดนม ซึ่งจะมีผลบังคับตั้งแต่วันที่ 1 มิถุนายน 2554 เป็นต้นไป

2. ผลการศึกษาวิจัย

การวิจัยของ Brede et al. เมื่อปี 2003 พบว่าการปนเปื้อนของบิสฟีนอลเอจากขวดพอลิคาร์บอนเนตใหม่ ในน้ำร้อนที่ 0.2 ไมโครกรัมต่อลิตร และเพิ่มขึ้นเมื่อเป็น 6-8 ไมโครกรัมต่อลิตรเมื่อมีการล้างซ้ำๆ และสูงถึง 16 ไมโครกรัมต่อลิตร ในปี 2006 European Food Safety Authority (EFSA) ได้สรุปว่าบิสฟีนอลเอมีความเป็นพิษต่อระบบสืบพันธุ์และการพัฒนาการของเด็ก และกำหนดค่า Tolerable Daily Intake (TDI) ที่ 0.05 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักตัวต่อวัน ตาม Directive 2004/19/EC กำหนดที่ 0.6 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม⁽⁵⁾ ซึ่งสำหรับเด็กเล็กที่ดื่มนมประมาณวันละ 800 มิลลิลิตร น้ำหนักตัว 4 กิโลกรัม จะได้รับบิสฟีนอลเอประมาณ 250 ไมโครกรัมต่อลิตร⁽⁶⁾

3. สภาวะการทดสอบ

1. เครื่องมือ

LC-MS, Agilent Technologies รุ่น 6410 Multiple reaction monitoring (MRM)- Negative polarity full scan ของ ESI



Bisphenol A ที่ m/z 227/212, 227/133 และ Bisphenol F ที่ m/z 199/93

MSQQ: Aquistion Bisphenol A- Dwell 100, Fragment 130, Collision Energy 11 และ 21

Bisphenol F- Dwell 100, Fragment 130, Collision Energy 17
คอลัมน์ Zorbax Eclipse XDB-C18 ขนาด 4.6 mm x 50 mm, 1.8 micron และ guard column Zorbax Eclipse AAA ขนาด 4.6 mm x 12.5 mm 5 micron อุณหภูมิ 35°C

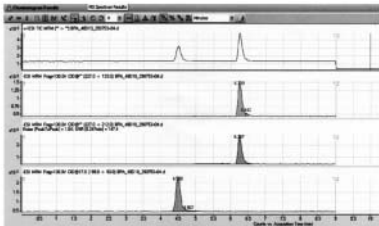
2. **Mobile phase:** Methanol (A)+ 2 mM Ammonium acetate solution (B) (60+40), 0.3 mL/min เวลา 15 นาที และ Injection volume 10 µL Gradient : 0 min-40% B, 3 min-5% B, 8 min-5% B, 8.20 min-40% B, 15 min-40% B

3. **สารเคมี** บิสฟีนอลเอ (bisphenol A, BPA C₁₅H₁₆O₂) ความบริสุทธิ์ 99% ความเข้มข้น 1000 10 และ 2 มิลลิกรัมต่อลิตร และความเข้มข้น 5 10 20 50 100 และ 200 นาโนกรัมต่อมิลลิลิตร สารมาตรฐานภายในบิสฟีนอลเอฟ (bisphenol F หรือ Bis(4-hydroxyphenyl)-methane, BPF C₁₃H₁₂O₂) ความบริสุทธิ์ 98% ความเข้มข้น 1000 และ 50 มิลลิกรัมต่อลิตร

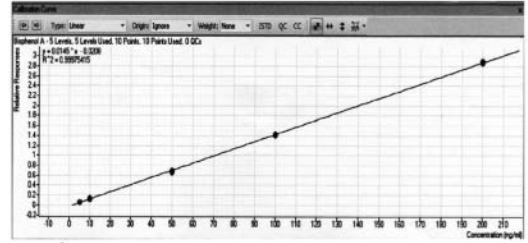
4. **การเตรียมตัวอย่าง** ต้มน้ำกลั่น น้ำกรองและน้ำประปาให้เดือดใส่ในขวดนมที่ล้างสะอาดขณะร้อนและตั้งไว้ที่อุณหภูมิตามสภาวะการทดสอบ ระบายตัวอย่างน้ำที่สกัดได้ในสภาวะสูญญากาศถ่ายใส่ขวดวัดปริมาตร เติมสารมาตรฐานบิสฟีนอลเอฟ และปรับปริมาตรด้วย Mobile phase

4. สรุปผลการศึกษาวิจัย

ในโครมาโทแกรมของบิสฟีนอลเอและบิสฟีนอลเอฟ (ภาพที่ 5) เวลา (retention time) คือ 4.4 และ 6.2 นาทีตามลำดับ กราฟความสัมพันธ์เชิงเส้นของอัตราส่วนของบิสฟีนอลเอ (m/z 227/ 212) กับบิสฟีนอลเอฟ (m/z 119-93) ช่วงความเข้มข้น 5-200 นาโนกรัมต่อมิลลิลิตร มีค่า r² 0.999 (ภาพที่ 6) ค่าต่ำสุดที่สามารถตรวจวัด (Limit of Detection, LOD) คือ 0.2 ไมโครกรัมต่อลิตร



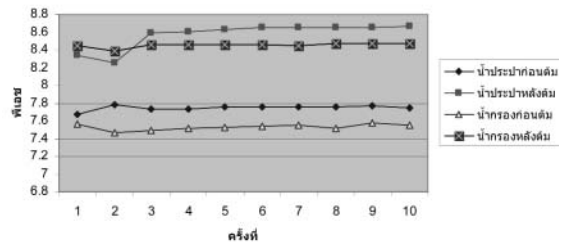
ภาพที่ 5 Chromatogram ของบิสฟีนอลเอ และบิสฟีนอลเอฟความเข้มข้น 50 นาโนกรัมต่อมิลลิลิตร



ภาพที่ 6 Calibration curve ของบิสฟีนอลเอ ความเข้มข้น 5-200 นาโนกรัมต่อมิลลิลิตร

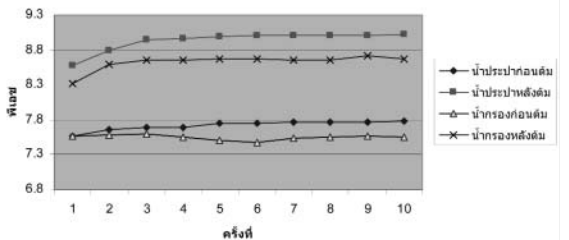
ผลการวัดค่าความเป็นกรด-เบสที่อุณหภูมิ 23-25 องศาเซลเซียส พบว่าน้ำประปาก่อนนำไปต้มมีค่าอยู่ในช่วง 7.51-7.78 และเพิ่มขึ้นภายหลังการต้มน้ำให้เดือด (8.32-9.02) ค่าความเป็นกรด-เบสของน้ำกรองก่อนนำไปต้ม อยู่ในช่วง 7.05-7.20 และภายหลังการต้มน้ำให้เดือดค่าความเป็นกรด-เบส 8.24-8.82 ซึ่งค่าที่เพิ่มสูงขึ้นเป็นเพราะการต้มเดือดทำให้เกิดคาร์บอนไดออกไซด์ระเหยออกไป น้ำร้อนจึงมีสภาพเป็นเบสมากขึ้น (ภาพที่ 7 และ 8)

ค่าความเป็นกรด-เบสของน้ำ ขึ้นที่ 4 อาคารด้วย



ภาพที่ 7 ค่าความเป็นกรด-เบส ของน้ำกรอง น้ำประปา ก่อนและหลังต้มเดือด เก็บจากอาคารตัว ชั้นที่ 4

ค่าความเป็นกรด-เบสของน้ำ จากเขตบางซื่อ

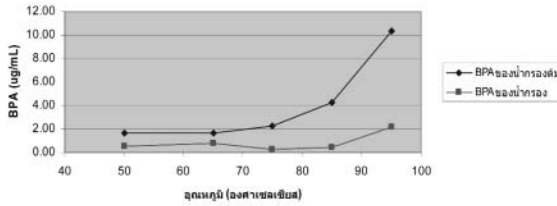


ภาพที่ 8 ค่าความเป็นกรด-เบส ของน้ำกรอง น้ำประปา ก่อนและหลังต้มเดือด เก็บจากเขตบางซื่อ

วารสารกรมวิทยาศาสตร์บริการ

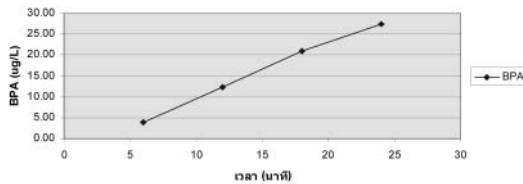


ปริมาณ BPA ในน้ำกรองต้มและน้ำกรอง และแช่ที่อุณหภูมิ 50 ถึง 95 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที

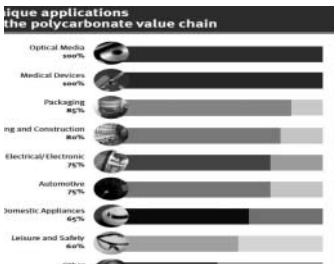


ภาพที่ 9 ผลเปรียบเทียบปริมาณบิสฟีนอลเอที่พบในขวดนมของ น้ำกรองที่อุณหภูมิต่าง ๆ ในเวลา 5 นาที

ปริมาณ BPA ของน้ำประปาต้มในช่วงเวลา 24 นาที ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส



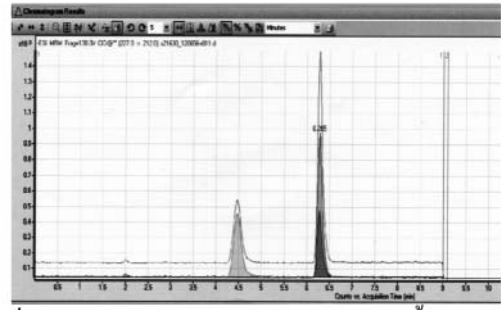
ภาพที่ 10 ผลการทดสอบบิสฟีนอลเอของ น้ำกรองต้มที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ในช่วงเวลา 30 นาที



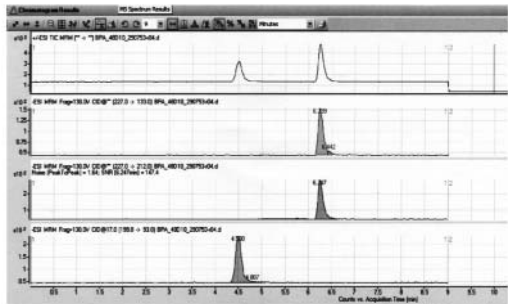
ภาพที่ 11 ผลการทดสอบบิสฟีนอลเอของน้ำประปาดื่มที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ในช่วงเวลา 24 นาที

การทดสอบบิสฟีนอลเอที่แพร่มาจากขวดนมเด็ก ทำจากพลาสติกชนิดพอลิคาร์บอเนต ที่ผลิตและจำหน่ายในประเทศไทย 10 ยี่ห้อขนาด 30-250 มิลลิลิตร และจำหน่ายในตลาดทั่วไปและซูเปอร์มาเกต พบว่า ขวดนมใหม่มีการแพร่ของบิสฟีนอลเอทุกขวด ผลการทดสอบน้ำกรองและน้ำกรองต้มที่ 50 55 65 75 85 และ 95 องศาเซลเซียส ในช่วงเวลา 5 นาที พบไม่เกิน 1.4 ไมโครกรัมต่อลิตร แต่น้ำกรองต้มมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นซึ่งที่ 95 องศาเซลเซียส พบประมาณ 10 ไมโครกรัมต่อลิตร (ภาพที่ 9) การทดสอบน้ำกรองต้มที่ 80 องศาเซลเซียส ในช่วง 6 12 18 และ 30 นาที

พบว่าปริมาณเพิ่มขึ้นเมื่อแช่ไว้นานถึงครึ่งชั่วโมง (ภาพที่ 10) และผลทดสอบที่อุณหภูมิห้องเวลา 24 ชั่วโมงพบบิสฟีนอลเอ 0.6 -5.4 ไมโครกรัมต่อลิตร สำหรับการทดสอบด้วยน้ำประปาดื่มที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ในช่วงเวลา 6 12 18 และ 24 นาที พบบิสฟีนอลเอ 3.4-27.5 ไมโครกรัมต่อลิตร (ภาพที่ 11) และที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ในช่วงเวลา 30 และ 60 นาที จำนวน 10 ขวด (โครมาโทแกรมแสดงในภาพที่ 12) พบบิสฟีนอลเอ 15.6-30.2 ไมโครกรัมต่อลิตร และ 32.8-54.6 ไมโครกรัมต่อลิตร ตามลำดับ



ภาพที่ 12 โครมาโทแกรมของบิสฟีนอลเอในน้ำกรองต้มของขวดนมเด็กที่ 80 องศาเซลเซียส 30 นาที



ภาพที่ 13 โครมาโทแกรมของบิสฟีนอลเอในน้ำกลั่นต้มของขวดนมเด็กที่ 48 ที่ 60 องศาเซลเซียส 10 วัน

ในกรณีที่ใช้น้ำกลั่นต้มและทดสอบขวดทุกขนาดจำนวน 21 ขวด ที่ 70 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง พบว่าทุกขวดให้ผลใกล้เคียงกันระดับต่ำกล่าวคือ ไม่พบจนถึงน้อยกว่า 0.5 ไมโครกรัมต่อลิตร การทดลองในเงื่อนไขที่แย่ที่สุด (worst case) โดยใช้ น้ำกลั่นต้มแช่ในขวดนมใหม่ 20 ขวด ที่ 60 องศาเซลเซียส นาน 10 วัน (โครมาโทแกรมแสดงในภาพที่ 13) พบว่า ขวดนมยี่ห้อเดียวกัน 7 ขวดให้ผลใกล้เคียงกัน 72.6-84.5 ไมโครกรัมต่อลิตร และขวดนมยี่ห้อเดียวกัน 13 ขวด มีค่า



สูงกว่า 100.9-208.6 ไมโครกรัมต่อลิตร แต่อย่างไรก็ตาม ในทางปฏิบัติ น้ำกลั่นไม่เหมาะที่จะนำมาบริโภค สภาวะนี้จึงไม่สะท้อนภาพที่ใช้งานจริง สำหรับขวดนมเก่าที่ใช้งานไม่ต่ำกว่า 1-2 ปี พบว่า น้ำกรองดื่มที่อุณหภูมิสูง 80 องศาเซลเซียส เวลา 30 นาที พบ 5.9-11.8 ไมโครกรัมต่อลิตรซึ่งแสดงให้เห็นว่าพบใกล้เคียงกับขวดใหม่

ผลการศึกษาปริมาณบิสฟีนอลเอในขวดนมนี้ ถึงแม้ว่าพบบิสฟีนอลเอแพร่สู่น้ำในระดับที่ไม่เกินเกณฑ์กำหนดตามกฎระเบียบของสหภาพยุโรป แต่อาจส่งผลต่อสุขภาพและการเจริญเติบโตของทารกและเด็กเล็ก ดังนั้นการใช้ขวดนมพลาสติกโพลีคาร์บอเนตจึงมีข้อจำกัด ถึงพึงปฏิบัติและข้อควรระวัง

เช่น ไม่เติมน้ำเดือดลงในขวดนม ไม่ควรแช่น้ำมไว้นขวดและ อยู่น้ำตลอดเวลา ห้ามต้มน้ำให้เดือดในขวดนมพลาสติกโดย ไมโครเวฟ ไม่เก็บน้ำต้มแล้วในขวดหรือเหยือกที่เป็นพลาสติก โพลีคาร์บอเนต ไม่ใช้ขวดนมที่มีรอยขีดข่วน เป็นต้น⁽⁷⁾ อาจใช้ขวดแก้วหรือขวดพอลิโพรพิลีนหรือถุงชนิดใช้แล้วทิ้งที่ไม่มี บิสฟีนอลเอ⁽⁴⁾ ทางเลือกที่ดีที่สุดสำหรับพ่อแม่ คือการเลี้ยงลูก ด้วยนมแม่ ซึ่งนอกจากจะลดความเสี่ยงจากการได้รับสารปนเปื้อนแล้ว ทารกและเด็กจะได้รับสารอาหารที่ดีที่สุด ช่วยสร้างเสริมสุขภาพเด็กให้แข็งแรง เจริญเติบโตด้วยความรัก ความเอื้ออาทรและเป็นแบบอย่างที่ดีในสังคมปัจจุบัน

เอกสารอ้างอิง

- Biedermann-Brem, Sandra ; and Koni Grob, Per Fjeldal. Release of bisphenol A from polycarbonate baby bottle: mechanisms of formation and investigation of worst case scenarios, **European Food Research Technology**, 2008, vol. 227, p. 1053-1060.
- Biedermann-Brem, Sandra ; and Koni Grob. Release of bisphenol A from polycarbonate baby bottle: water hardness as the most relevant factor, **European Food Research Technology**, 2009, vol.228, p.679-684
- Food and consumer product safety authority, migration of bisphenol A and plasticizers from plastic feeding utensils for babies, 2005. Report no. ND 050410. [Online]. [cited 18 August 2010]. Available from Internet: : http://www.bisphenol-a.org/pdf/Dutch_Migration_Report_20051114.pdf
- New Hampshire Materials Laboratory. Polycarbonate: high-performance-engineering-thermoplastic [Online]. [cited 3 August 2010] Available from Internet: : <http://www.nhml.com/resources/2001/4/1/polycarbonate-high-performance-engineering-thermoplastic>.
- US. Department of Health & Human Services . Bisphenol A (BPA) information for parents. [Online] [cited 14 July 2010] Available from Internet : <http://www.hhs.gov/safety/bpa/>
- U.S. Food And Drug Administration. Public health focus update on bisphenol A for use in food contact applications : January 2010. [Online]. [cited 16 October 2010] Available from Internet: : <http://www.fda.gov/NewsEvents/PlublicHealthFocus/ucm197>
- Yoko Kanamaru, et al. Migration of bisphenol A from polycarbonate products, [Online]. [cited 14 February 2010] Available from Internet : <http://www.bisphenol-a.org/pdf/migrationkawamura.pdf>

