วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา ปีที่ 25 (ฉบับที่ 2) พฤษภาคม – สิงหาคม พ.ศ. 2563
BURAPHA SCIENCE JOURNAL Volume 25 (No.2) May – August 2020

การสำรวจการปนเปื้อนสารทาเลตในของเล่นสำหรับเด็ก

A Survey of Phthalates Contamination in Children's Toys

สุทธิสา ยาอีด[1] มุมตาส มีระมาน[2] และ ธิวาริ โอภิธากร[2*]

Sutisa Yaeed[1] Mumtas Meraman[2] and Thiwari Ophithakorn[2*]

[1] *คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยหาดใหญ่*

[2] *วิทยาลัยนวัตกรรมและการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา*

[1] *Faculty of Science and Technology, Hatyai University*

[2] *College of Innovation and Management, Songkhla Rajabhat University*

Received : 1 September 2019

Revised : 29 October 2019

Accepted : 13 November 2019

บทคัดย่อ

การวิเคราะห์ปริมาณสารทาเลตปนเปื้อนในของเล่นสำหรับเด็กในเขตเทศบาลหาดใหญ่ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา ของเล่นที่ถูกนำมาวิเคราะห์มี 3 ประเภท ได้แก่ 1) ของเล่นจากร้านค้าทั่วไป 2) ของเล่นจากร้านค้ามือสอง และ 3) ของเล่นจากการรับบริจาค จำนวนทั้งสิ้น 90 ตัวอย่าง สำรวจและเก็บตัวอย่าง ในช่วงเดือนสิงหาคมถึงธันวาคม 2561 ทำการสกัดสารทาเลตจากตัวอย่างโดยวิธี Sonication ด้วย Tetrahydrofuran ที่เวลา 1 ชั่วโมง และตรวจวัดปริมาณทาเลตด้วยเทคนิค Gas Chromatography-Electron Ionization/Tandem Mass Spectrometry พบการปนเปื้อนของสาร DEHP สูงกว่าสารทาเลตกลุ่มอื่น (DBP BBP DINP และ DnOP) ปริมาณทาเลตมีค่าสูงสุดเท่ากับ 727,845.90 ng/mL ในของเล่นบอลยางสำหรับเด็กอายุมากกว่า 3 ปี ปริมาณของ DEHP ที่ตรวจพบมีความถี่สูงสุดอยู่ในช่วง 0.01 - 1,000 ng/mL (75% ของตัวอย่างทั้งหมด) ในของเล่นประเภทของเล่นจากร้านค้าทั่วไป จำนวน 20 ชิ้น ประเภทของเล่นจากร้านค้ามือสอง จำนวน 25 ชิ้น และประเภทของเล่นจากการรับบริจาค จำนวน 23 ชิ้น ผลการประเมินตามมาตรฐานของประเทศสหรัฐอเมริกา (CPSIA, 2008) พบตัวอย่างผ่านเกณฑ์มาตรฐาน 89% ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน 11% โดยตรวจพบสาร DEHP ปนเปื้อนในช่วง 0.14% – 10.92% w/w ซึ่งเป็นของเล่นกลุ่มบอลยาง เป็ดยาง หุ่นรูปคนหรือสัตว์ที่ทำจากพลาสติกเป็นของเล่นกลุ่มที่มี DEHP ปนเปื้อนในปริมาณสูงและเกินค่ามาตรฐานที่ 0.1% w/w

คำสำคัญ : สารทาเลต, สาร DEHP, ของเล่นสำหรับเด็ก, อำเภอหาดใหญ่, จังหวัดสงขลา

*Corresponding author. E-mail : thiwari.op@skru.ac.th

Abstract

The amount of phthalates impurities in toys in Hat Yai Municipality, Hat Yai District, Songkhla Province was determined. Three types of toys were investigated, including 1) toys from general stores 2) toys from second-hand shops and 3) toys from donated. Ninety samples were surveyed and collected during the period from August to December 2018. The phthalates from the samples were extracted by sonication method with tetrahydrofuran at 1 hour, and their amounts were measured with the Gas Chromatograph-Tandem Mass Spectrophotometer using gas chromatography testing technique - Electron Ionization / Tandem Mass Spectrometry. The contamination of DEHP was higher than that of other phthalate substances (BBP DBP DINP and DnOP). The maximum value was found 727,845.90 ng/mL in rubber ball for children older than 3 years. The highest amount of DEHP was found in the range of 0.01 - 1,000 ng/mL (75% of all samples) from 20 pieces collected from general stores, from 25 pieces collected from second-hand shops and from 23 pieces from donation shops. In accordance with The Consumer Product Safety Improvement Act (CPSIA, 2008), it was found that 89% of the samples passed the criteria and 11% of the samples did not meet the criteria. The contaminated DEHP was found in the range 0.14% - 10.92% w/w. Rubber ball, rubber ducks, human or animals figures made from plastic were contaminated with DEHP in high volume and exceeded the standard value of 0.1% w/w.

Keywords : phthalates, DEHP, children's toys, Hatyai, Songkhla

บทนำ

ของเล่นในอดีตเป็นสิ่งประดิษฐ์โดยการใช้วัสดุจากธรรมชาติต่อมาได้ถูกพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เฉพาะสำหรับเด็ก โดยการนำวัสดุอื่น ๆ มาใช้ในการผลิตอย่างหลากหลาย ในปัจจุบันของเล่นมีการผลิตจากวัสดุสังเคราะห์ทั้งวัสดุจำพวกโลหะ พลาสติกและยาง เพื่อให้ของเล่นมีความคงทน มีรูปแบบแปลกใหม่ มีสีสันที่สวยงาม ดึงดูดความสนใจของผู้ปกครองและเด็ก ซึ่งโดยพฤติกรรมทางธรรมชาติของเด็กโดยส่วนใหญ่มักใช้เวลาไปกับการเล่น ของเล่นจึงเป็นเทคโนโลยีในกระบวนการเรียนรู้และสร้างเสริมพัฒนาการที่สำคัญของเด็ก

การนำวัสดุสังเคราะห์จำพวกพลาสติกมาใช้ผลิตของเล่นในยุคปัจจุบันนั้น เนื่องจากพลาสติกเป็นวัสดุที่มีต้นทุนต่ำ มีความทนทาน ผลิตได้ง่าย สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ หาซื้อได้ง่ายและราคาไม่แพง ของเล่นพลาสติกเหล่านี้จึงมักได้รับความนิยมจากผู้ปกครองเป็นอย่างมาก แต่เนื่องจากในการผลิตของเล่นพลาสติกนั้นมีความจำเป็นต้องใช้สารทาเลตในการเติมแต่งเพื่อปรับเปลี่ยนสมบัติทางกายภาพของโพลิเมอร์ โดยนิยมนำมาใช้เป็นสารพลาสติไซเซอร์ สร้างความอ่อนนุ่ม ช่วยเพิ่มความยืดหยุ่น หรือใช้เป็นตัวยึดเกาะสีและกลิ่นในผลิตภัณฑ์หลายชนิด (Goodman, 2009)

สารทาเลตในปัจจุบันมีมากมายหลายชนิด โดยโมเลกุลพื้นฐานของสารทาเลต คือ 1,2-benzenedicarboxylic acid และหมู่ Alkyl (R และ R´) (Goodman, 2009; Zou & Cai, 2013) พบว่ามีกลุ่มสารทาเลตอันตรายสำคัญ ที่เป็นสารกลุ่มที่มีการใช้มากและถูกกำหนดห้ามมีในของเล่นเกินค่ามาตรฐาน เช่น Di-(2-Ethylhexyl)phthalate (DEHP) Dibutyl phthalate (DBP)

Butyl benzyl phthalate (BBP) Di-isodecyl phthalate (DIDP) และ Di-n-octyl phthalate (DnOP) เป็นต้น ซึ่งมีการระบุใน Directive 2005/84/EC of the European parliament and of the council of 14 December 2005 ว่าเป็นสารอันตรายกลุ่มสารที่เป็นพิษต่อระบบสืบพันธุ์ (Toxic to Reproduction; Reprotoxic) ใน Category 2 ตามการประเมินความเสี่ยงใน The framework of Council Directive 67/548/EEC of 27 June 1967 (Official Journal of the European Union, 2005) อันตรายสำคัญที่ตามมาด้วยจากการใช้สารทาเลตเป็นสารเติมแต่งในของเล่น คือความเป็นพิษต่อสุขภาพ เนื่องจากสารทาเลตเป็นสารพิษที่เป็นสาเหตุสำคัญในการทำให้เกิดโรคภูมิแพ้และหอบหืดในเด็ก (Ionas *et al*., 2014) มีผลกระทบต่อตับ ไต เป็นพิษต่อระบบการสืบพันธุ์ (Huang *et al*., 2011; Zou & Cai, 2013; Ionas *et al*., 2014; Al-Natsheh *et al*., 2015) ทำลายระบบฮอร์โมนเพศ (Al-Natsheh *et al*., 2015) ฮอร์โมนที่เกี่ยวกับการเจริญเติบโตของเด็ก (Zou & Cai, 2013) ทำลายระบบภูมิคุ้มกัน มีผลกระทบต่อการก่อลูกวิรูป (Huang *et al*., 2011) เป็นสารก่อมะเร็งในสัตว์ทดลอง (Huang *et al*., 2011; Al-Natsheh *et al*., 2015) และอาจก่อเกิดปัญหาสุขภาพอื่น ๆ (Zou & Cai, 2013)

หลายประเทศทั่วโลกจึงมีมาตรการควบคุมและห้ามมิให้มีการผลิตหรือนำเข้าของเล่นเด็กที่มีสารทาเลตเกินมาตรฐาน โดยมาตรฐานทางกฎหมายที่สำคัญ และใช้กันอย่างแพร่หลายเกี่ยวกับการควบคุมสารเป็นพิษกลุ่มทาเลตในของเล่นของสหรัฐอเมริกาซึ่งอยู่ภายใต้ Consumer product safety improvement act 2008 (CPSIA 2008) (และฉบับแก้ไขใหม่ปี 2011) มีข้อกำหนดระบุว่าของเล่นและผลิตภัณฑ์ดูแลเด็ก ห้ามมี DEHP DBP BBP เกิน 0.1% w/w และของเล่นที่สามารถนำเข้าปากได้หรือผลิตภัณฑ์ดูแลเด็กที่ใช้ DINP DIDP DnOP เกิน 0.1% w/w ควรตรวจสอบผู้นำเข้าถึงการห้ามใช้ในผลิตภัณฑ์ (Goodman, 2009; Huang *et al*., 2011; Zou & Cai, 2013) และมาตรฐานของเขตการค้าเสรียุโรป (European economic area, EEA) มีข้อกำหนดตามกฎหมายฉบับ Directive 88/378/EEC และ Directive 2009/48/EC6 ประกาศห้ามใช้สารก่อมะเร็ง ก่อการกลายพันธุ์ เป็นพิษต่อระบบสืบพันธุ์ในของเล่น

ในขณะที่การผลิต และจำหน่ายของเล่นในประเทศไทยในปัจจุบันมีข้อกำหนดให้ปฏิบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.685 (มอก.685-2540) ซึ่งปรากฏสารปนเปื้อนต้องห้ามในพลาสติกเฉพาะโลหะหนักเป็นสำคัญ ยังไม่มีการควบคุมปริมาณการปนเปื้อนสารทาเลตในผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ รวมถึงยังไม่มีกฎหมายจำกัดการใช้สารทาเลตเป็นส่วนประกอบสินค้า โดยการสำรวจในประเทศไทยที่ผ่านมาได้การรายงานข้อมูลผลการตรวจประเมินพบสารทาเลตในของเล่นในปี 2556 - 2557 พบของเล่นมีสารทาเลตเกิน 0.1% w/w มีมากถึง 31% w/w และมีสารทาเลตชนิด DEHP สูงที่สุดถึง 36% w/w (Sriyothai, 2016)

ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจทำการศึกษาปริมาณสารทาเลตปนเปื้อนในของเล่นเด็ก และการประเมินเปรียบเทียบมาตรฐานของเล่นเด็ก เพื่อเป็นองค์ความรู้นำไปสู่การตระหนักถึงภัยคุกคามจากสารทาเลต และส่งเสริมให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องเกิดการผลักดันการจัดทำมาตรฐานการควบคุมและพัฒนาแนวทางการจัดการการปนเปื้อนสารทาเลตในของเล่นในประเทศไทยเพื่อลดความเสี่ยงต่อการสัมผัสสารกลุ่มทาเลตในของเล่นเด็กต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การสำรวจข้อมูล

1.1) รวบรวมรายชื่อ ที่ตั้ง และจำนวนแหล่งจำหน่ายของเล่นเฉพาะในเขตเทศบาลนครหาดใหญ่ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

1.2) ทำการลงพื้นที่สำรวจแหล่งจำหน่ายของเล่น เพื่อทำการคัดเลือกแหล่งจำหน่ายกลุ่มตัวอย่างโดยการสุ่มแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive sampling) ซึ่งตามนิยามกล่าวว่าการสุ่มแบบเฉพาะเจาะจงเป็นการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างที่มีลักษณะเฉพาะตามหลักการของเหตุผลโดยสอดคล้องกับจุดประสงค์โดยมีการวางแผนและปราศจากความลำเอียง (Vollakitkasemskul, 2011) เนื่องจากต้องการแหล่งจำหน่ายของเล่นที่ให้ข้อมูลสำคัญตามต้องการ

2. การสุ่มเก็บตัวอย่างของเล่นสำหรับเด็ก

2.1) ทำการสุ่มตัวอย่างของเล่นโดยการสุ่มแบบเฉพาะเจาะจง จากร้านค้าทั่วไป ร้านค้ามือสอง และกล่องรับบริจาค

2.2) การสุ่มตัวอย่างของเล่นช่วงเวลาที่เก็บตัวอย่าง แบบ Cross-sectional Study ซึ่งตามนิยามกล่าวว่าเป็นการศึกษาวิจัยที่ดำเนินการ ณ จุดเวลาใดเวลาหนึ่งโดยมิได้ติดตามผลระยะยาว (Luevitoonvechkij, 2007)

3. การเตรียมตัวอย่างเพื่อการสกัด

หลังจากขั้นตอนการสำรวจ สุ่มเก็บรวบรวมและบันทึกข้อมูลตัวอย่างแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการเตรียมตัวอย่างเพื่อนำไปสกัดสารทาเลต เป็นขั้นตอนที่มีการนำตัวอย่างมาคัดแยกส่วนที่ต้องตัดแบ่งชิ้นส่วนตัวอย่าง (แบบหยาบ) เพื่อนำชิ้นส่วนนั้น ๆ มาหั่นย่อย (แบบละเอียด) ให้ได้ขนาด 3 x 3 มิลลิเมตร และชั่งน้ำหนัก 100 มิลลิกรัมต่อตัวอย่าง เตรียมรอการสกัดโดยวิธี Sonication

4. การสกัดสารทาเลต

สกัดด้วยวิธี Sonication โดยตัดและหั่นของเล่นเป็นชิ้นขนาดเล็กไม่เกิน 3 x 3 mm (Zou & Cai, 2013) ชั่งน้ำหนักให้ได้ 100 mg สกัดด้วย THF 5 mL ใน Ultrasonic bath 1 ชั่วโมง เติม Ethanol 10 mL เขย่า และตั้งทิ้งไว้อย่างน้อย 5 นาที กรองด้วย PTFE filter ขนาด 0.22 µm เก็บตัวอย่างในขวดแก้ว ดูดตัวอย่าง 200 µL ใส่ขวด Vial เติม Benzyl benzoate (BB) 100 µL และ Cyclohexane 700 µL นำไปวิเคราะห์ปริมาณสารทาเลต (Sriyothai & Suwan, 2012)

5. การวิเคราะห์ด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟ (GC-MS/MS)

สภาวะที่มีความเหมาะสมในการวิเคราะห์สารประกอบทาเลตทั้ง 6 ชนิด ศึกษาโดยการฉีดสารประกอบทาเลตที่ความเข้มข้น 100 ppb ทำการทดสอบด้วยเครื่อง Gas Chromatograph-Tandem Mass Spectrophotometer, 7890 B GC-7000D MS, Agilent, USA ใช้เทคนิคในการทดสอบแบบ Gas Chromatography-Electron Ionization/Tandem Mass Spectrometry (GC-EI/MS/MS) อ้างอิงตามวิธี Pinsrithong and Bunkoed (2018)

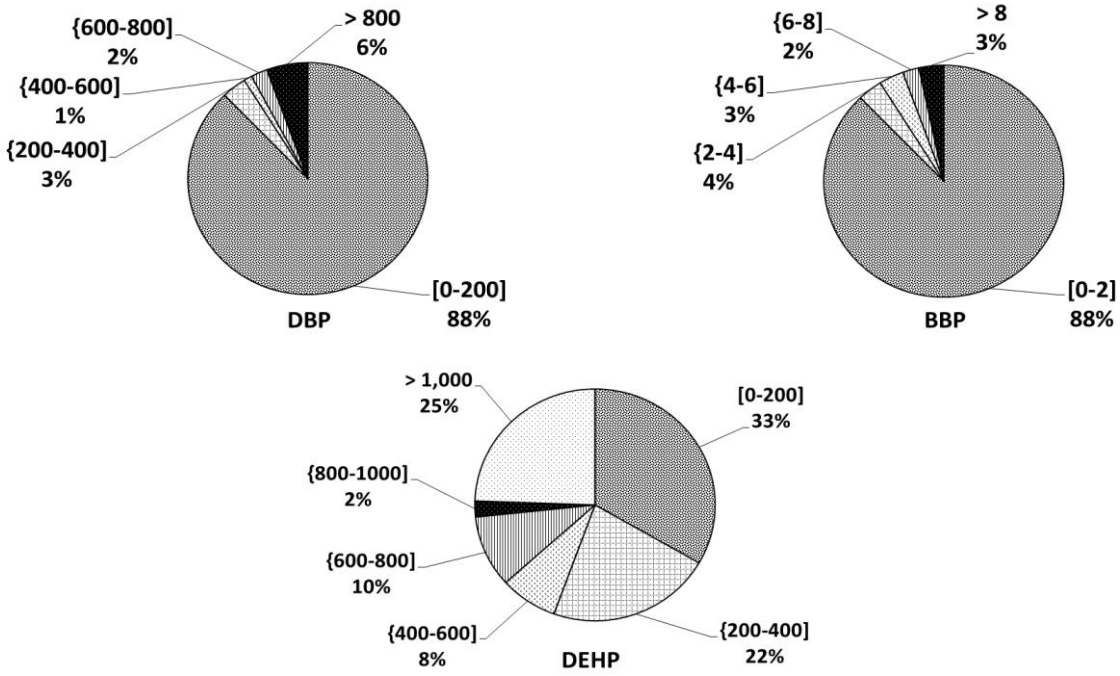
โปรแกรมอุณหภูมิที่ใช้ในการทดลอง คือโปรแกรมอุณหภูมิ เริ่มต้นที่ 100°C คงที่ 2 นาที เพิ่มขึ้น 20°C ต่อนาที ถึง 190°C คงที่ 1 นาที เพิ่มขึ้น 30°C ต่อนาที ถึง 290°C คงที่ 10 นาที อุณหภูมิช่องฉีดสาร 250°C อุณหภูมิดีเทคเตอร์ 325°C

ผลการวิจัย

จากการรวบรวมข้อมูลปฐมภูมิของจำนวนแหล่งจำหน่ายของเล่นสำหรับเด็กในเขตเทศบาลนครหาดใหญ่ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลานั้น พบว่ามีแหล่งจำหน่ายของเล่นสำหรับเด็กจำนวน 29 แหล่ง โดยสามารถจำแนกแหล่งจำหน่ายของ

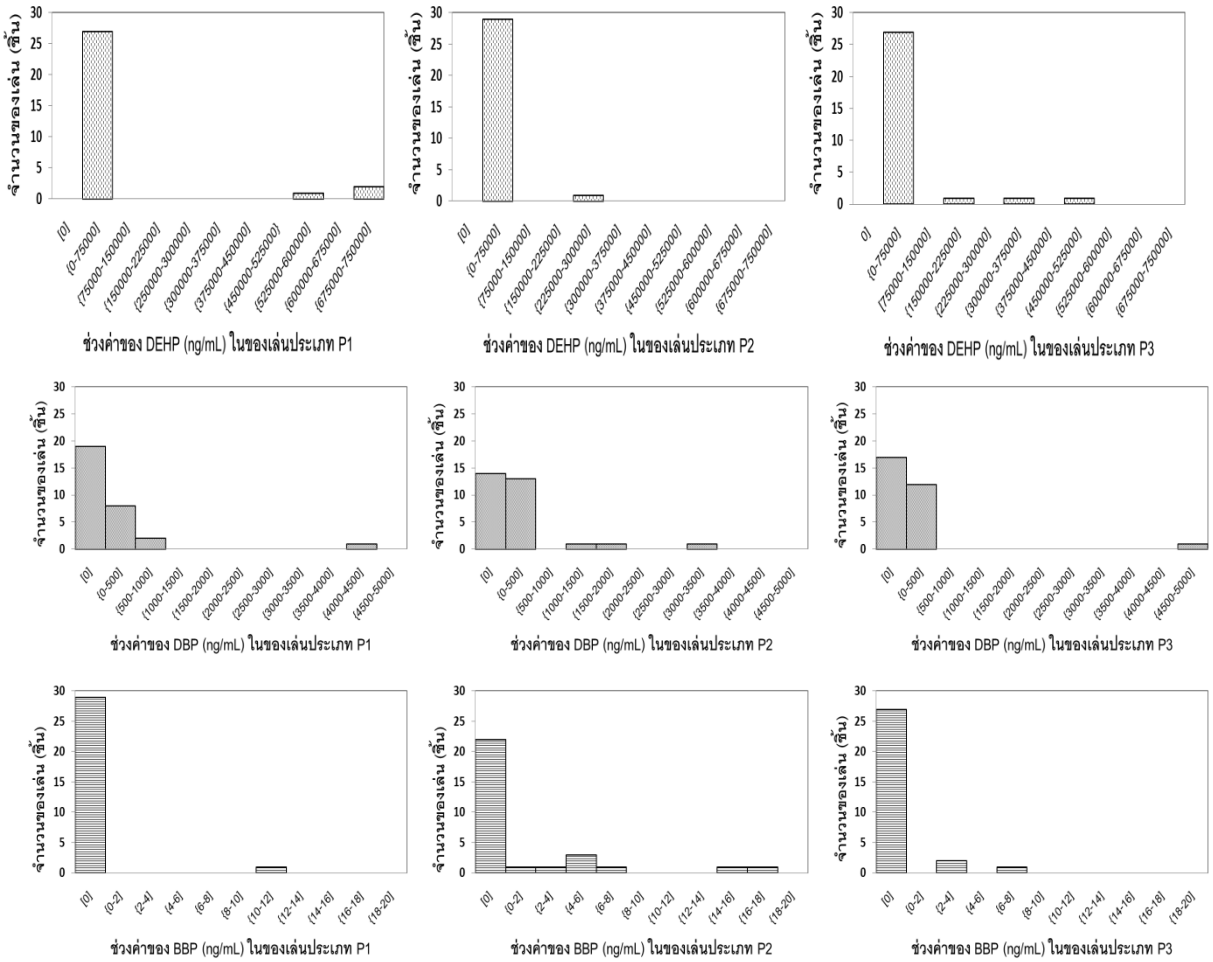
เล่นสำหรับเด็กออกเป็น 3 ประเภท คือ ห้างสรรพสินค้า จำนวน 11 ห้าง ร้านค้า จำนวน 16 ร้าน และตลาดนัด จำนวน 2 แห่ง ในการศึกษานี้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลของเล่นเด็กทั้งหมด 90 ตัวอย่าง โดยแบ่งออกเป็น 3 ประเภทตัวอย่าง คือ ประเภทของเล่นจากร้านค้าทั่วไป (เฉพาะที่ได้รับอนุญาตให้เข้าศึกษาจากเจ้าของกิจการแล้ว) ประเภทของเล่นจากร้านค้ามือสอง และประเภทของเล่นจากการรับบริจาค ใช้รหัสแทนประเภทตัวอย่างคือ P1 P2 และ P3 ตามลำดับ ซึ่งทำการเก็บรวบรวมประเภทละ 30 ตัวอย่าง โดยจำเพาะเจาะจงไม่เลือกยี่ห้อหรือแบบที่ซ้ำซ้อนกันเพื่อให้มีความหลากหลายมากที่สุด ซึ่งตัวอย่าง P2 และ P3 จัดเป็นตัวอย่างที่ระบุแหล่งที่มาและรายละเอียดที่ชัดเจนไม่ได้ ไม่ทราบแหล่งผลิต อายุของผลิตภัณฑ์ ระยะเวลาการใช้งาน จำนวนครั้งในการใช้งาน หรือวิธีใช้งาน

จากการวิเคราะห์ปริมาณสารพบว่ามีการปนเปื้อนของสารประกอบทาเลตสูงสุด คือ DEHP รองลงมาคือ DBP และ BBP ตามลำดับ ปริมาณของ DEHP ที่ตรวจพบมีความถี่สูงสุด อยู่ในช่วง 0 - 200 ng/mL (33% ของตัวอย่างทั้งหมด) ในของเล่นประเภทของเล่นจากร้านค้าทั่วไป จำนวน 11 ชิ้น ประเภทของเล่นจากร้านค้ามือสอง จำนวน 6 ชิ้น และประเภทของเล่นจากการรับบริจาค จำนวน 13 ชิ้น ปริมาณของ DBP ที่ตรวจพบมีความถี่สูงสุด อยู่ในช่วง 0 - 200 ng/mL (88% ของตัวอย่างทั้งหมด) ในของเล่นประเภทของเล่นจากร้านค้าทั่วไป จำนวน 27 ชิ้น ประเภทของเล่นจากร้านค้ามือสอง จำนวน 25 ชิ้น และประเภทของเล่นจากการรับบริจาค จำนวน 27 ชิ้น และปริมาณของ BBP ที่ตรวจพบมีความถี่สูงสุด อยู่ในช่วง 0 - 2 ng/mL (88% ของตัวอย่างทั้งหมด) ในของเล่นประเภทของเล่นจากร้านค้าทั่วไป จำนวน 29 ชิ้น ประเภทของเล่นจากร้านค้ามือสอง จำนวน 23 ชิ้น และประเภทของเล่นจากการรับบริจาค จำนวน 27 ชิ้น แสดงดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 สัดส่วนจำนวนตัวอย่างที่ตรวจพบ DBP BBP และDEHP ตามช่วงความเข้มข้น (ng/mL)

จากผลการวิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบทาเลตในประเภทตัวอย่างประเภทร้านค้าทั่วไป พบว่า DEHP มีการปนเปื้อนปริมาณสูงสุด รองลงมาคือ DBP และ BBP มีการปนเปื้อนสูงสุดที่ความเข้มข้นเท่ากับ 727,845.90 4,469.70 และ 10.10 ng/mL ตามลำดับ สำหรับสารประกอบ DnOP และ DINP ไม่พบการปนเปื้อนในตัวอย่างทดสอบประเภทร้านค้าทั่วไป สำหรับผลการวิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบทาเลตในประเภทตัวอย่างของเล่นจากร้านค้ามือสอง พบว่า DEHP มีการปนเปื้อนปริมาณสูงสุด รองลงมาคือ DBP และ BBP มีการปนเปื้อนสูงสุดที่ความเข้มข้นเท่ากับ 252,991.50 3,011.80 และ 2.20 ng/mL ตามลำดับ สำหรับสารประกอบ DnOP และ DINP ไม่พบการปนเปื้อนในตัวอย่างทดสอบประเภทของเล่นจากร้านค้ามือสอง และผลการวิเคราะห์หาปริมาณสารประกอบทาเลตในประเภทตัวอย่างรับบริจาค พบว่า DEHP มีการปนเปื้อนปริมาณสูงสุด รองลงมาคือ DBP และ BBP มีการปนเปื้อนสูงสุดที่ความเข้มข้นเท่ากับ 495,117.10 4,525.20 และ 6.30 ng/mL ตามลำดับ สำหรับสารประกอบ DnOP และ DINP ไม่พบการปนเปื้อนในตัวอย่างทดสอบประเภทของเล่นรับบริจาค สามารถแสดงจำนวนตัวอย่างที่ตรวจพบ DEHP DBP และBBP ด้วยฮิสโตแกรมดังภาพที่ 2

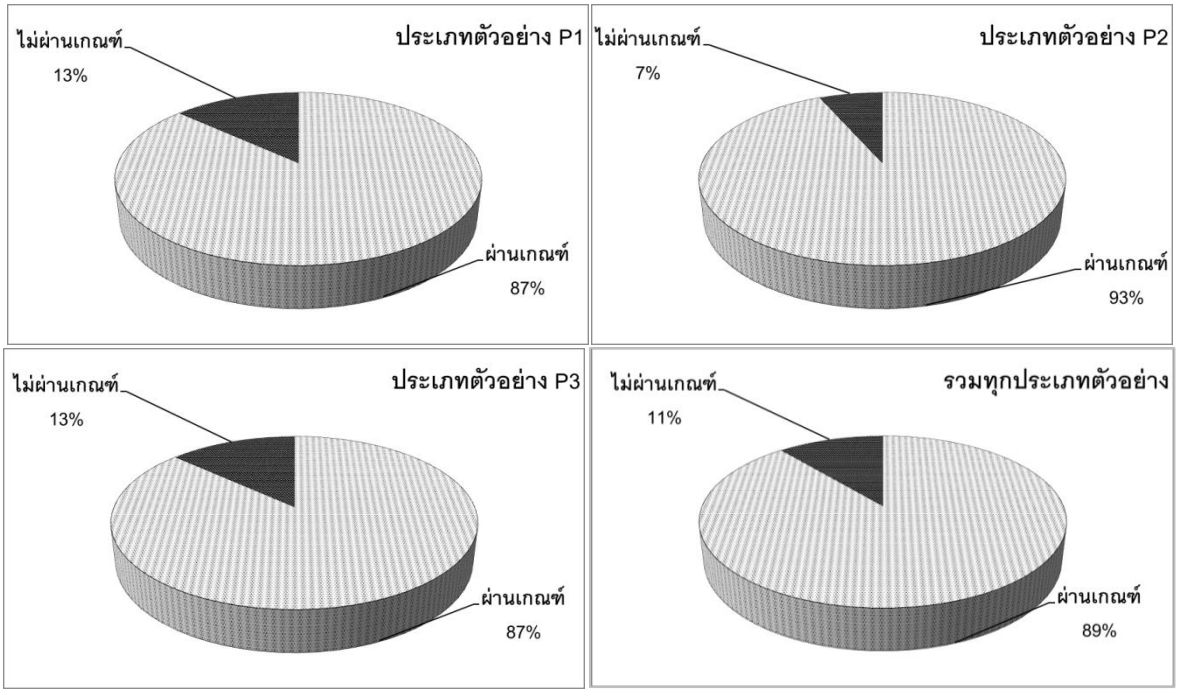


ภาพที่ 2 ฮิสโตแกรมแสดงจำนวนตัวอย่างที่ตรวจพบ DBP BBP และDEHP

วิจารณ์ผลการวิจัย

กฎหมายควบคุมของเล่นของสหรัฐอเมริกาซึ่งอยู่ภายใต้ Consumer product safety improvement act 2008 (CPSIA 2008) (และฉบับแก้ไขใหม่ปี 2011) กำหนดห้ามมี DEHP DBP BBP เกิน 0.1% w/w ของเล่นที่สามารถนำเข้าปากได้หรือผลิตภัณฑ์ดูแลเด็กที่ใช้ DINP DIDP DnOP เกิน 0.1% w/w ดังนั้นในการศึกษาหากตรวจพบสารทาเลต DEHP DBP BBP DINP DIDP หรือ DnOP เพียงตัวใดตัวหนึ่งเกิน 0.1% w/w คือ ไม่ผ่านเกณฑ์

การพิจารณาประเมินตามเกณฑ์มาตรฐานของประเทศสหรัฐอเมริกา (CPSIA 2008) พบว่าตัวอย่างผ่านเกณฑ์มาตรฐานประเทศสหรัฐอเมริกา (CPSIA 2008) จำนวน 80 ตัวอย่าง คิดเป็น 89% จากตัวอย่างทั้งหมด และพบว่ามีตัวอย่างที่ไม่ผ่านเกณฑ์จำนวน 10 ตัวอย่าง คิดเป็น 11% จากตัวอย่างทั้งหมด โดยเมื่อทำการแบ่งสัดส่วนการผ่านเกณฑ์ตามประเภทกลุ่มตัวอย่างนั้น พบว่าประเภทตัวอย่าง P2 มีสัดส่วนตัวอย่างที่ผ่านเกณฑ์มากที่สุดคิดเป็น 93% ประเภทตัวอย่าง P1 และ P3 ผ่านเกณฑ์ 87% สัดส่วนการไม่ผ่านเกณฑ์ของประเภทตัวอย่าง P1 P2 และ P3 เท่ากับ 13% 7% และ 13% ตามลำดับ แสดงดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 สัดส่วนประเภทตัวอย่างที่ผ่านและไม่ผ่านมาตรฐาน CPSIA 2008

ตัวอย่างที่ไม่ผ่านเกณฑ์ และมีการปนเปื้อน DEHP สูง เกิน 0.1% w/w ในของเล่นประเภท P1 ซึ่งมีบรรจุภัณฑ์และสามารถระบุแหล่งที่มาได้ พบว่าตัวอย่างที่ไม่ผ่านเกณฑ์ทั้งหมด มีมาตรฐาน มอก.685-2540 มาตรฐาน CE สัญลักษณ์ Tested According to tested according to international standards ปรากฏบนบรรจุภัณฑ์แล้ว แต่ยังคงตรวจพบสารทาเลตในผลิตภัณฑ์เกินมาตรฐาน ซึ่งปัจจุบันผู้ผลิตและผู้จำหน่ายในประเทศไทยใช้กฎหมายและมาตรฐานของประเทศคู่ค้าเป็น

สำคัญ จึงควรสนับสนุนหน่วยงานที่เกี่ยวข้องร่วมกันพิจารณาการออกกฎหมายบังคับควบคุมปริมาณการปนเปื้อนสารทาเลต และสารเป็นพิษอื่น ๆ ที่สำคัญในของเล่นพลาสติกเพื่อสุขภาพที่ดีของเด็กไทยในอนาคตต่อไปด้วย

สรุปผลการวิจัย

ผลจากการวิเคราะห์ปริมาณสารทาเลตในตัวอย่างของเล่น จำนวน 90 ชิ้น พบว่าสาร DEHP มีปริมาณสูงสุด ในทุก ๆ ประเภทตัวอย่าง โดยมีค่าสูงสุดที่วิเคราะห์ได้ 727,845.90 ng/mL ในของเล่นบอลยาง สำหรับเด็กอายุมากกว่า 3 ปี โดยสามารถตรวจพบปริมาณ DEHP ได้มากที่สุด ในช่วง 0.01 – 1,000.00 ng/mL จำนวน 68 ชิ้น (75% ของตัวอย่างทั้งหมด) สารทาเลตที่สามารถตรวจพบได้รองลงมาคือ DBP พบปริมาณสูงสุดที่ปนเปื้อน 4,525.20 ng/mL ในช่วง 0.01 – 1,000.00 ng/mL จำนวน 85 ชิ้น (94% ของตัวอย่างทั้งหมด) และ BBP พบปริมาณสูงสุดที่ปนเปื้อน 16.30 ng/mL ในช่วง 0.01 – 8.00 ng/mL จำนวน 87 ชิ้น (97% ของตัวอย่างทั้งหมด)

ผลการประเมินตามมาตรฐานของประเทศสหรัฐอเมริกา (CPSIA 2008) กำหนดว่าหากตรวจพบสารทาเลต BBP DBP DEHP DIDP DINP หรือ DnOP เพียงตัวใดตัวหนึ่งเกิน 0.1% w/w คือ ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน ในการศึกษานี้ตรวจพบตัวอย่างผ่านเกณฑ์มาตรฐานจำนวน 80 ตัวอย่าง (89%) และพบตัวอย่างที่ไม่ผ่านเกณฑ์จำนวน 10 ตัวอย่าง (11%) โดยตรวจพบ DEHP ปนเปื้อนในตัวอย่างของเล่นเด็กในปริมาณที่สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานกำหนดไว้ (0.14 - 10.92 % w/w) ในของเล่นบอลยาง และหุ่นสุนัขพลาสติก จากประเภท P1 เป็ดยาง และหุ่นยนต์พลาสติก จากของเล่นประเภท P2 และหุ่นรูปคนพลาสติก หุ่นรูปสัตว์พลาสติก และหุ่นรูปไดโนเสาร์พลาสติก จากของเล่นประเภท P3 หากพิจารณาตามมาตรฐานของเขตการค้าเสรียุโรป (EEA) โดยกำหนดว่าการตรวจพบสารทาเลตเพียงตัวใดตัวหนึ่งคือไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน การศึกษานี้พบว่าทุกตัวอย่างที่นำมาศึกษาตรวจพบการปนเปื้อนของ DEHP

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนทุนการวิจัย จากแหล่งทุนงบประมาณแผ่นดิน มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา ปีงบประมาณ 2561 โดยการสนับสนุนจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) สัญญาเลขที่ 13/2561 ขอขอบคุณสถาบันวิจัย มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลาที่ให้การสนับสนุน ขอบคุณคณะการจัดการสิ่งแวดล้อมมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ในการเอื้อเฟื้อสถานที่ในการศึกษาวิจัย และขอขอบคุณผู้ที่เกี่ยวข้องทุกท่านที่ให้ความร่วมมือและให้ข้อมูลจนงานวิจัยสำเร็จลงด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

Al-Natsheh, M., Alawi, M., Fayyad, M., & Tarawneh, I. (2015). Simultaneous GC-MS determination of eight phthalates in total and migrated portions of plasticized polymeric toys and children articles. *Journal of Chromatography B, 985*, 103-109.

Goodman, W. (2009). *GC/MS Analysis of Phthalates in children's products, Application Note, Gas chromatography/Mass spectrometry, PerkinElmer.* Retrieved November 22, 2015, from:

http://www.perkinelmer.com/CMSResources/Images/44-74149APP_GCMSAnalysisofphthalatesin ChildrensProducts.pdf

Huang, L., Liu, Z., Yi, L., Liu, C., & Yang, D. (2011). Determination of the banned phthalates in PVC plastic of toys by the soxhelt extraction-gas chromatography/mass spectrometry method. *International Journal of Chemistry, 3*(2), 169-172.

Ionas, A. C., Dirtu, A. C., Anthonissen, T., Neels, H., & Covaci, A. (2014). Downsides of the recycling process: Harmful organic chemicals in children's toys. *Environmental International, 65*, 54-62.

Luevitoonvechkij, S. (2007). Types of research patterns. *Buddhachinaraj medical journal, 24*, 369-380. (in Thai)

Official Journal of the European Union. (2005). *Directive 2005/84/EC of the European parliament and of the council of 14 December 2005. L344/41*. Retrieved June 17, 2016, from: http://www.ce-mark.com/200584EC.pdf

Pinsrithong, S. & Bunkoed, O. (2018). Hierarchical porous nanostructured polypyrrole-coated hydrogel beads containing reduced graphene oxide and magnetite nanoparticles for extraction of phthalates in bottled drinks. *Journal of Chromatography A, 1570*, 19-27.

Sriyothai, W. & Suwan, D. (2012). Method for determination of phthalate contents in PVC plastic toys using gas chromatography/mass spectrometry. *Bulletin of Applied Sciences, 1*(1), 23-29. (in Thai)

Sriyothai, W. (2016). *Phthalate hazardous substances in plastics.* (pp. 16-17). Department of science service, Ministry of science and Technology (in Thai)

Vollakitkasemskul, S. (2011). *Research methodology in behavioral sciences and social sciences*, Udon Thani Rajabhat University. Retrieved June 23, 2016, from http://www.udru.ac.th/index .php/elearning-king-84-years-book02.html (in Thai)

Zou, Y., & Cai, M. (2013). *Determination of phthalate concentration in toys and children's products, Gas Chromatography/Mass Spectrometry*, *Agilent Technologies*. 1-10. Retrieved November 22, 2015, from: https://www.agilent .com/cs/library/applications/ 5990-4863EN.pdf