



สารพิษต้องห้ามกับระเบียบ RoHS

เทพวิฑูรย์ ทวงศ์

วันดี ลือสายวงศ์

ระเบียบว่าด้วยการจำกัดการใช้สารอันตรายบางชนิดในผลิตภัณฑ์เครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ (Restriction of the use of certain Hazardous Substances in electrical and electronic equipment หรือที่รู้จักกันในชื่อของ “RoHS”) เป็นระเบียบที่กำหนดโดยกลุ่มประเทศในสหภาพยุโรป หรือ EU โดยบังคับให้สินค้าเครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ที่จะส่งเข้าไปในตลาด EU หลังวันที่ 1 กรกฎาคม 2549 ต้องปราศจากสารอันตราย 6 ชนิด ได้แก่ ตะกั่ว ปรอท แคดเมียม โครเมียมเฮกซะวาเลนต์ โพลีโบรมิเนท-ไบฟีนิล (PBB) และโพลีโบรมิเนท-ไดฟีนิล-อีเทอร์ (PBDE) ระเบียบ RoHS เป็นระเบียบที่มุ่งเน้นการจำกัดการใช้สารที่เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อมและสุขภาพของมนุษย์ และให้สอดคล้องกับระเบียบที่ทำให้ผู้ผลิตต้องรับผิดชอบในการเรียกคืนซากสินค้าที่หมดอายุ (The Directive on Waste Electrical & Electronic Equipment, WEEE) ตามคณะกรรมการยุโรป กำหนดไว้ในปี พ.ศ.2546 การลดปริมาณสารอันตรายในผลิตภัณฑ์เครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งองค์ประกอบส่วนใหญ่ของผลิตภัณฑ์

เหล่านี้คือชิ้นส่วนโลหะ ชิ้นส่วนพอลิเมอร์ ชิ้นส่วนเซรามิกและแก้ว ทั้งนี้เพื่อเป็นการสร้างความมั่นใจว่าความเสี่ยงต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อมจากสารเหล่านี้จะลดลงได้ ระเบียบนี้ครอบคลุมผลิตภัณฑ์เกี่ยวกับ WEEE ยกเว้นเฉพาะผลิตภัณฑ์ในกลุ่มเครื่องมือแพทย์ และเครื่องวัดและควบคุม จากการที่สหภาพยุโรปประกาศใช้ระเบียบเหล่านี้ ทำให้ประเทศที่พัฒนาแล้วคือ สหราชอาณาจักร สหรัฐอเมริกา และญี่ปุ่น มีความตื่นตัวและมีมาตรการการกำหนดปริมาณสารพิษในผลิตภัณฑ์ด้วยเช่นกัน

ปัจจุบันผู้ประกอบการไทย โดยเฉพาะผู้ประกอบการขนาดกลางและขนาดเล็กได้ตระหนักถึงผลกระทบที่จะเกิดจากระเบียบเหล่านี้ที่จะบังคับใช้ในไม่ช้า อย่างไรก็ตามการใช้สารอื่นที่ปลอดภัยเพื่อทดแทนการใช้สารพิษเหล่านี้อาจเป็นปัญหาใหญ่สำหรับผู้ประกอบการขนาดกลางและเล็ก เนื่องจากต้องมีการลงทุนเพิ่มขึ้นในการวิจัยเพื่อหาสารทดแทน ดังนั้นการควบคุมปริมาณสารพิษให้อยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดจึงเป็นสิ่งที่สามารถทำได้มากกว่า ในปัจจุบันที่ระเบียบนี้เริ่มมีบทบาทมากขึ้น ผู้ประกอบการไทยจำเป็นต้องพึงห้องปฏิบัติการที่

มีขีดความสามารถในการวิเคราะห์ทดสอบสารต้องห้ามดังกล่าว ไม่ว่าจะห้องปฏิบัติการของภาคเอกชน ทั้งในและต่างประเทศ ทั้งนี้ราคาค่าวิเคราะห์ค่อนข้างสูงซึ่งส่งผลกระทบต่อราคาต้นทุนสินค้าที่ผลิต เพื่อให้ผู้ประกอบการไทยสามารถส่งสินค้าออกไปขายได้ภายใต้เงื่อนไขของระเบียบต่างๆ ที่ทางสหภาพยุโรปและคู่ค้าอื่นๆ กำหนดขึ้น โดยสามารถแข่งขันทางด้านราคากับประเทศคู่ค้าอื่นๆ หน่วยงานของภาครัฐที่เกี่ยวข้องจึงจำเป็นต้องเข้ามาช่วยเหลือด้านการวิเคราะห์ทดสอบสารต้องห้าม 6 ชนิดตามระเบียบ RoHS ในผลิตภัณฑ์เครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์และการใช้สารทดแทน ดังแสดงในตารางที่ 1 และมีรายละเอียดพอสังเขปดังนี้

ตะกั่วและสารประกอบของตะกั่ว ตะกั่วเป็นโลหะที่มีความหนาแน่น ความอ่อนตัว ความลื่น ความยืดหยุ่น ความนำไฟฟ้า และการขยายตัวเมื่อได้รับความร้อน ที่ค่อนข้างสูง ความแข็งแรงทางกล ความแข็ง Elasticity และจุดหลอมเหลวต่ำ หล่อได้ง่าย และทนการกัดกร่อนได้ดี สามารถผสมเข้ากันได้ดีในโลหะหลายชนิด เมื่อสะสมในร่างกายปริมาณมากจะก่อให้เกิดอาการบวมพองทางระบบ



ประสาท การสืบพันธุ์ ทำให้พัฒนาการทางสมองและทางกายภาพล่าช้า โดยเฉพาะในเด็ก โอกาสสัมผัสตะกั่วจากผลิตภัณฑ์เครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ จากการทำงานในโรงงาน การประกอบกรรไกรไซเคิล จากกระบวนการผลิตที่ถูกปล่อยออกสู่สิ่งแวดล้อม จากการทิ้งเครื่องใช้ที่หมดอายุโดยไม่มีการควบคุม ตัวอย่างการใช้งานตะกั่วและสารประกอบตะกั่วในผลิตภัณฑ์เครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ และการใช้สารทดแทนแสดงในตารางที่ 1

แคดเมียมและสารประกอบของแคดเมียม แคดเมียมเป็นโลหะมีสีเงิน นิ่ม ดัดขึ้นรูปได้ มีจุดหลอมเหลวต่ำและนำไฟฟ้าได้ดี สารประกอบแคดเมียมส่วนใหญ่มีสีส้มสวยงาม และเป็นสีคงทนไม่สลายตัวง่าย หากได้รับไอระเหยหรือฝุ่นแคดเมียมเข้าสู่ร่างกาย จะก่อให้เกิดการระคายเคือง เจ็บคอ ไอ หายใจลำบาก หากสัมผัสผ่านทางผิวหนังจะเกิดการระคายเคือง หากกินเข้าไปจะเกิดอาการปวดท้อง คลื่นไส้ อาเจียน หากสะสมระยะนานจะมีผลกระทบต่อระบบเลือด สะสมและทำลายไต ทำให้เกิดโรคปอดอักเสบ และเป็นสารก่อมะเร็ง

ปรอทและสารประกอบของปรอท เป็นของเหลวที่อุณหภูมิห้อง สามารถรวมตัวกับโลหะได้เกือบทุกชนิด มีสีเงินเป็นเงาวาว ปรอทเป็นสารพิษเรื้อรัง หากเข้าสู่ร่างกายผ่านทางเดินอาหารจะซึมเข้าในระบบหมุนเวียนโลหิต ทำให้เกิดอาการป่วยด้วยโรคมินามาตะ มีสภาพทุพลภาพ และพิการทางสมอง ปรอทยังมีพิษทำลายประสาท

ส่วนกลาง ทำให้ความจำเสื่อม บุคลิกภาพและพฤติกรรมเปลี่ยนแปลง กระเพาะอาหารและลำไส้ผิดปกติ ผื่นแดง ทำลายสมองและไต

เฮกซะวาเลนซ์โครเมียมและสารประกอบของเฮกซะวาเลนซ์โครเมียม สารประกอบโครเมียม Cr^{6+} เป็นสารออกซิไดซ์ มี Electro-negativity สูงและทำตัวไม่เหมือนโลหะ มีพันธะเป็นแบบโควาเลนต์ ไอออน CrO_4^{2-} ซึ่งมีสีเหลือง โครเมียม Cr^{6+} มีความเป็นพิษสามารถซึมผ่านผนังเซลล์ได้ง่าย หากสูดดมจะก่อให้เกิดการระคายเคืองรุนแรง ทำลายเนื้อเยื่อ เกิดการอักเสบบริเวณลำคอ ไอ หอบหืด เป็นสาเหตุของอาการน้ำท่วมปอดได้ หากได้รับผ่านทางผิวหนัง จะเกิดเป็นแผลพุพอง หากผ่านทางเดินอาหาร จะก่อให้เกิดอาการอาเจียน ท้องร่วง ลำไส้อักเสบ วิงเวียนศีรษะ กระหายน้ำ หมดสติ มีอาการโคม่า เกิดอาการดับและไตวายเฉียบพลัน และสามารถทำลาย DNA ของมนุษย์และสิ่งมีชีวิต

สารประกอบที่มีโบรมีน (PBBs and PBDEs) โพลีโบรมิเนท-ไบฟีนิล (Polybrominated Biphenyls, PBB) และโพลีโบรมิเนท-ไดฟีนิล-อีเทอร์ (Polybrominated diphenyl ethers: PBDE) เป็นหนึ่งในหลายชนิดของสารหน่วงการติดไฟที่มีโบรมีนเป็นส่วนประกอบหลัก (Brominated Frame Retardants: BFR) ที่ใช้ผสมในพลาสติกประเภทเทอร์โมพลาสติก มีสมบัติแตกต่างกันไปขึ้นกับปริมาณโบรมีนและน้ำหนักโมเลกุลเป็นหลัก สมบัติต่อการใช้งานได้แก่จุดหลอมเหลว เช่น

Deca-bromodiphenyl ethers มีน้ำหนักโมเลกุลประมาณ 959.3 มีปริมาณโบรมีนประมาณ 82-83% และมีจุดหลอมเหลวที่ 290-310° ซ. ขณะที่ Octa-Bromodiphenyl ethers มีน้ำหนักโมเลกุลประมาณ 801.5 มีปริมาณโบรมีนประมาณ 79-80% มีจุดหลอมเหลวประมาณ 200-235° ซ. PBB และ PBDE เป็นสารต้องห้ามตามระเบียบ RoHS เนื่องจากมีข้อกังวลเกี่ยวกับการเกิดไดออกซินและฟูราน ซึ่งเป็นสารก่อมะเร็งในระหว่างการเผาพลาสติกเพื่อคืนพลังงาน ซึ่งมีโอกาสเกิดได้ หากใช้เตาเผาที่มีประสิทธิภาพต่ำ

การวิเคราะห์ทดสอบสารต้องห้ามทั้ง 6 ชนิดในผลิตภัณฑ์เครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งองค์ประกอบส่วนใหญ่สามารถแบ่งออกเป็นชั้นส่วนโลหะ ชั้นส่วนพอลิเมอร์ และชั้นส่วนเซรามิกและแก้ว ตามที่กล่าวมาแล้ว ขั้นตอนการวิเคราะห์สามารถแบ่งเป็น 3 ขั้นตอนหลักคือการเตรียมตัวอย่าง การวิเคราะห์เบื้องต้นและการทำปริมาณวิเคราะห์ โดยการวิเคราะห์เบื้องต้น (Screening test) เพื่อตรวจสอบว่ามีสารต้องห้ามหรือไม่ นั้นการวิเคราะห์ทดสอบจะต้องมีความรวดเร็ว สะดวก และไม่ต้องทำลายชิ้นส่วนที่ทดสอบ สำหรับการปริมาณวิเคราะห์ เป็นการวิเคราะห์ทดสอบสารต้องห้ามในชิ้นส่วนอุปกรณ์ต่างๆที่ต้องการความถูกต้องและแม่นยำในระดับหนึ่งส่วนในล้านส่วน (ppm) ขั้นตอนนี้อาจมีการย่อยสลายตัวอย่างทดสอบ ทำให้มีความยากในการเตรียมตัวอย่างมาก นอกจากนั้นขั้นตอนนี้



ยังต้องการระบบควบคุมคุณภาพ และการปนเปื้อนในทุกขั้นตอนการวิเคราะห์ทดสอบ รายละเอียดเกี่ยวกับวิธีวิเคราะห์และหลักการที่ใช้ในการวิเคราะห์สารต้องห้าม 6 ชนิดตามระเบียบ RoHS แสดงในตารางที่ 2

กรมวิทยาศาสตร์บริการในฐานะที่เป็นห้องปฏิบัติการของรัฐ ปัจจุบันได้ให้บริการวิเคราะห์ทดสอบตัวอย่างผลิตภัณฑ์ประเภทต่างๆ เช่น ชิ้นงานโลหะและพอลิเมอร์ ที่ต้องการทราบปริมาณตะกั่ว ปรอท แคดเมียม โครเมียม (ในรูปของโครเมียมทั้งหมด) สำหรับการวิเคราะห์

ทดสอบปริมาณของเฮกซะวาเลนท์โครเมียม โพลีโบรมิเนท-ไบฟีนิล (PBB) และโพลีโบรมิเนท-ไดฟีนิลอีเทอร์ (PBDE) นั้น กรมวิทยาศาสตร์บริการอยู่ระหว่างการศึกษาความเป็นไปได้ในการเปิดให้บริการทดสอบดังกล่าว ทั้งนี้การวิเคราะห์ทดสอบสารพิษเฮกซะวาเลนท์โครเมียมจำเป็นต้องทดสอบด้วยเครื่องมือเฉพาะ เช่น Ion Chromatography (IC) หรือ HPLC-ICP-OES ขณะที่ PBB และ PBDE จำเป็นต้องทดสอบด้วยเครื่องมือพิเศษเช่น GC-MS ดังนั้น

การเพิ่มศักยภาพของห้องปฏิบัติการให้อยู่ในระดับแนวหน้าของประเทศในด้านการให้บริการวิเคราะห์ทดสอบสารพิษเหล่านี้จำเป็นต้องจัดหาเครื่องมือที่ทันสมัยเพื่อศึกษาวิธีวิเคราะห์ทดสอบสารพิษดังกล่าว แม้ว่าการลงทุนสำหรับเครื่องมือพิเศษเหล่านี้จะเป็นการลงทุนที่สูงมาก ผลที่คาดว่าจะได้รับคือการใช้บริการมีส่วนช่วยให้ผู้ประกอบการไทย สามารถส่งสินค้าไปขายยังสหภาพยุโรปและประเทศพัฒนาอื่นๆ ได้ต่อไป

ตารางที่ 1 การใช้สารต้องห้าม 6 ชนิดตามระเบียบ RoHS ในผลิตภัณฑ์เครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์และการใช้สารทดแทน

ชนิด	การใช้งานในผลิตภัณฑ์เครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์	แนวทางการทดแทน
ตะกั่ว	ใช้เป็นตั้มน้ำหนัก, แผ่นฉล็ดป้องกันการแผ่รังสี, ป้องกันการกัดกร่อน, เป็นขั้วแลกเปลี่ยนประจุเคมี-ไฟฟ้า, สารเชื่อมประสาน, สารเคลือบเพื่อการหล่อลื่นหน้าสัมผัสทางไฟฟ้า, เพิ่มความถี่-ช่วยในการดึงวัสดุเป็นเส้น, ปรับสมบัติพลาสติก, เม็ดสีพลาสติก	ใช้โลหะอื่น เช่น เงิน พอลวง ทองแดง บิสมัส ดีบุก อินเดียม หรือใช้วัสดุสังเคราะห์
แคดเมียม	ใช้ในงานเคลือบป้องกันการกัดกร่อนเหล็กและเหล็กกล้าเป็นตัวเชื่อมประสานและบัดกรี	ใช้โลหะอื่น เช่น ทังสเตน นิกเกิล ดีบุก ทอง พาลาเดียม เงิน หรือเม็ดพลาสติกที่ทำจากสารอินทรีย์
โครเมียมเฮกซะวาเลนซ์	ใช้ป้องกันพื้นผิวโลหะจากการกัดกร่อน เป็นสารเติมแต่งเพื่อช่วยควบคุมโครงสร้างจุลภาค	ใช้ โครเมียม(+3) หรือโลหะอื่นเช่น นิกเกิล หรือวัสดุสังเคราะห์อื่น
ปรอท	ใช้เป็นเครื่องบอกอุณหภูมิ เครื่องวัดความดัน และสวิตช์กระตุ้นสารเรืองแสง	หาวัสดุทดแทน
PBBs	เลิกใช้/เลิกผลิตตั้งแต่ปี พ.ศ. 2543	-
PBDEs	ใช้ในพลาสติกสำหรับโครงนอกและชิ้นส่วนขนาดเล็ก ใช้ในพลาสติกโครงสร้าง(Engineering plastic)	สารหน่วงการติดไฟที่ไม่มีส่วนผสมของฮาโลเจน (Halogen-free Flame Retardants: HF-FR)



ตารางที่ 2 กระบวนการวิเคราะห์เบื้องต้นและการทำปริมาณวิเคราะห์ของสารทั้ง 6 ชนิด

ชนิด	วิธีวิเคราะห์ (Method of analysis)	
	การวิเคราะห์เบื้องต้น (Simple method of analysis)	การทำปริมาณวิเคราะห์ (Detailed method of analysis)
Cadmium (Cd)	<ul style="list-style-type: none"> - Energy-dispersive X-ray fluorescent spectrometry (EDXRF) - Wavelength-dispersive X-ray fluorescent spectrometry (WDXRF) 	<ul style="list-style-type: none"> - Inductively coupled plasma atomic emission spectrometry (ICP-OES) - Inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS) - Atomic absorption spectrometry (AAS)
Lead (Pb)		
Mercury (Hg)		<ul style="list-style-type: none"> - Cold-vapor atomic absorption spectrometry
Hexavalent chromium (Cr ⁶⁺)	<ul style="list-style-type: none"> - EDXRF (measures total chromium volume) - WDXRF (measures total chromium volume) 	<ul style="list-style-type: none"> - Diphenylcarbazide absorption photometry - Ion chromatography (IC)
PBBs and PBDEs	<ul style="list-style-type: none"> - EDXRF (measures total bromine volume) - WDXRF (measures total bromine volume) - Fourier transforming infrared spectrometry (FT-IR) 	<ul style="list-style-type: none"> - Gas chromatography mass spectrometry (GC-MS)





เอกสารอ้างอิง

ปริทรรศน์ พันธุ์บรรยงก์. แนวทางการดำเนินงานของ MTEC เกี่ยวกับระเบียบ RoHS. ในเอกสารประกอบการสัมมนาเทคโนโลยีวัสดุ เพื่อสิ่งแวดล้อม ครั้งที่ 4 เรื่อง การรับรองสินค้าปลอดสารพิษตามระเบียบ RoHS ของสหภาพยุโรป และโครงสร้างที่ต้องเร่งพัฒนาเพื่อสร้างขีดความสามารถในการแข่งขันที่ยั่งยืน. 2547 กันยายน 16 ; ศูนย์ประชุมแห่งชาติสิริกิติ์. กรุงเทพมหานคร : สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, 2547. 5 หน้า. (เอกสารอัดโรเนียว)

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ. ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับสารปนเปื้อนในผลิตภัณฑ์. กรุงเทพมหานคร: สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, 2547. 100 หน้า.

_____. รายละเอียดและข้อคิดเห็นเกี่ยวกับระเบียบ RoHS. กรุงเทพมหานคร : สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, 2547. 28 หน้า.

_____. เรียบเรียงโดย นุจรินทร์ ราษฎร์กุล. การวิเคราะห์สารต้องห้ามตามระเบียบสหภาพยุโรป [RoHS] : ห้องปฏิบัติการ Trace Element Analysis (TEA-Lab). กรุงเทพมหานคร : สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, 2547.

Directive 2002/95/EC of the European Parliament and of the Council of 27 January 2003 on the restriction of the use of certain hazardous substances in electrical and electronic equipment. 2004. [online]

[cited 13 November] Available from http://europa.eu.int/eurlex/pri/en/oj/dat/2003/l_037/l_03720030213en00190023.pdf

The Restriction of Hazardous Substances in Electrical and Electronic Equipment (ROHS) Directive (2002/95/EC). 2004. [online] [cited dated 13 November] Available from <http://www.environment-agency.gov.uk/netregs/legislation/380525/477158>

ต่อจากหน้า 16

2. การใช้ e-Learning ต้องมีการลงทุนในเรื่องเครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆ เช่น เครื่องคอมพิวเตอร์ที่พร้อมด้วยอุปกรณ์มัลติมีเดีย และประสิทธิภาพของอุปกรณ์ที่ต้องเข้ากันได้ดี และต้องคำนึงถึงการเตรียมอุปกรณ์ต่างๆ เพื่อการติดต่อสื่อสารทั้งระหว่างผู้เรียน ผู้สอนอีกด้วย

การเรียน การอบรมสัมมนาแบบ e-learning ออนไลน์ให้ประสบความสำเร็จอย่างมีประสิทธิภาพ สิ่งสำคัญก็คือ การมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็นของผู้เรียน เพื่อให้เกิดการเรียนรู้จากกันและกัน และที่สำคัญอีกประการคือ ผู้สอนเองจะ

ต้องมีปฏิสัมพันธ์โต้ตอบทันทีกับผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนไม่รู้สึกโดดเดี่ยวหรือถูกทอดทิ้ง และจะต้องพยายามสร้างบรรยากาศให้เกิดการแสดงความคิดเห็น แต่อย่างไรก็ตามผู้เรียนจะเป็นผู้รับผิดชอบต่อการเรียนของตนเอง มีวินัยและมีการวางแผนระบบการเรียนให้เหมาะสมกับรูปแบบชีวิตของตนเอง จึงทำให้ e-learning เกิดประสิทธิภาพ สูงสุด

กลุ่มฝึกอบรมผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต สำนักพัฒนาศักยภาพนักวิทยาศาสตร์ห้องปฏิบัติการกรมวิทยาศาสตร์บริการ ได้สังเกตเห็นความสำคัญดังกล่าว จึงได้ดำเนิน

โครงการพัฒนาหลักสูตรการศึกษาต่อเนื่องด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีผ่านระบบอินเทอร์เน็ตเพื่อเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนากำลังคนของประเทศอย่างกว้างขวาง โดยเฉพาะอย่างยิ่งนักวิทยาศาสตร์และผู้ที่ทำงานเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสาขาต่างๆ ซึ่งหลักสูตรที่ได้ดำเนินการในปี 2547 มีดังนี้ เครื่องแก้วและอุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการ สารเคมีและการจัดการสารเคมีในห้องปฏิบัติการ และเทคนิคการเป็นหัวหน้างาน ผู้สนใจสามารถเข้าไปศึกษาได้ที่ www.e-learning.dss.go.th