

ความเข้มข้นของตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียมในฝุ่นสีรถยนต์ในจังหวัดสงขลา

Concentrations of Lead, Cadmium and Chromium in an Car Paint & Car Bodywork Repair

Services in Songkhla Province, Thailand

พุทธิชัย นิลเพ็ชร (Putthichai Ninphet)\* ดร.ดุยฎี หมื่นห่อ (Dr.Dudsadee Muenhor)\*\*

ดร.บรรจง วิทยวีรศักดิ์ (Dr.Banjong Vitayavirasak)\*\*\*

บทคัดย่อ

การศึกษานี้เป็นการรายงานความเข้มข้นของตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียม ในฝุ่นสีรถยนต์ในจังหวัดสงขลา โดยใช้ผ้าเช็ดผิวแบบเปียก (Moist wipes) เก็บตัวอย่างฝุ่นพื้นจากพื้นที่ต่างๆ กันในอู่พ่นสีรถยนต์ใน 3 ช่วงเวลา ซึ่งแบ่งตามปริมาณการเข้าใช้บริการพ่นสีรถยนต์ในแต่ละเดือน คือ ช่วงเวลาที่มีการเข้าใช้บริการพ่นสีมาก ปานกลาง และน้อย ผลการศึกษาพบว่า ความเข้มข้นของตะกั่วในตัวอย่างฝุ่นพื้น มีค่าสูงสุดเท่ากับ 89.379 ไมโครกรัมต่อตารางฟุต ในอู่พ่นสีรถยนต์ที่ไม่มีห้องพ่นสีรถยนต์ (อู่ B) โดยพบความเข้มข้นสูงสุดที่บริเวณเก็บรถยนต์รอซ่อมและเก็บสีรถยนต์ในเดือนพฤษภาคม ส่วนความเข้มข้นของแคดเมียมในตัวอย่างฝุ่นพื้น มีค่าสูงสุดเท่ากับ 0.743 ไมโครกรัมต่อตารางฟุต ในอู่พ่นสีรถยนต์ที่ไม่มีห้องพ่นสีรถยนต์ (อู่ B) โดยพบความเข้มข้นสูงสุดที่บริเวณเก็บรถยนต์รอซ่อมและเก็บสีรถยนต์ในเดือนพฤษภาคม และพบความเข้มข้นของโครเมียมในตัวอย่างฝุ่นพื้น มีค่าสูงสุดเท่ากับ 481.757 ไมโครกรัมต่อตารางฟุต และไม่พบค่าเท่ากับ - 0.316 ไมโครกรัมต่อตารางฟุต ในอู่พ่นสีรถยนต์ที่ไม่มีห้องพ่นสีรถยนต์ (อู่ B) โดยพบความเข้มข้นสูงสุดที่บริเวณเก็บรถยนต์รอซ่อมและพ่นสีรถยนต์ ในเดือนมีนาคม โดยในอู่พ่นสีรถยนต์ที่มีห้องพ่นสีรถยนต์ (อู่ A) มีปริมาณตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียม ในทุกบริเวณมีปริมาณต่ำ ความเข้มข้นของตะกั่วในตัวอย่างฝุ่นมือ มีค่า 51.117 ไมโครกรัมต่อตารางฟุต โดยพบความเข้มข้นของตะกั่วสูงสุดในคนงานของอู่พ่นสีรถยนต์ที่ไม่มีห้องพ่นสีรถยนต์ (อู่ B) ส่วนความเข้มข้นของแคดเมียมในตัวอย่างฝุ่นมือ มีค่า 1.899 ไมโครกรัมต่อตารางฟุต โดยพบความเข้มข้นของแคดเมียมสูงสุดในคนงานของอู่พ่นสีรถยนต์ที่ไม่มีห้องพ่นสีรถยนต์ (อู่ B) และความเข้มข้นของโครเมียมในตัวอย่างฝุ่นมือ มีค่า 231.225 ไมโครกรัมต่อตารางฟุต โดยพบความเข้มข้นของโครเมียมสูงสุดในคนงานของอู่พ่นสีรถยนต์ที่ไม่มีห้องพ่นสีรถยนต์ (อู่ B) ส่วนผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว พบว่าปริมาณของตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียม ในตัวอย่างฝุ่นพื้น ระหว่างช่วงเวลาที่มีการเข้าใช้บริการพ่นสีมาก ปานกลาง และน้อย มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) ส่วนการจัดการด้านสิ่งแวดล้อมโดยวิธีการเดินสำรวจ (walk-through survey) และสัมภาษณ์คนงาน พบว่า คนงานในอู่พ่นสีรถยนต์ยังขาดสุขลักษณะส่วนบุคคลที่ดี ตลอดจนขาดความตระหนักต่ออันตรายจากการได้รับสารโลหะหนักในที่ทำงาน ซึ่งส่งผลให้เกิดความเสี่ยงสูงต่อการได้รับ ตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียม เข้าสู่ร่างกายในขณะที่ทำงานได้

ABSTRACT

This study reports concentrations of lead (Pb), cadmium (Cd) and chromium (Cr) in floor dust samples using moist wipes from an Car paint & Car Bodywork Repair Services in Songkhla Province, Thailand. The dust samples were collected from various areas in the shop during three different periods: high, medium and low spraying activity. Concentrations of lead in dust were 89.379  $\mu\text{g}/\text{ft}^2$  in no car painting service room (garage B) with the highest

\* นักศึกษา หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการจัดการสิ่งแวดล้อม คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

\*\* อาจารย์ สาขาการจัดการสิ่งแวดล้อม คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

\*\*\* รองศาสตราจารย์ สาขาการจัดการสิ่งแวดล้อม คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

concentrations found in parking the car and collecting the colors area in May, Concentrations of cadmium in dust were 0.743  $\mu\text{g}/\text{ft}^2$  in no car painting service room (garage B) with the highest concentrations found in parking the car and collecting the colors area in May and Concentrations of chromium in dust were 481.757  $\mu\text{g}/\text{ft}^2$  and not detectable - 0316  $\mu\text{g}/\text{ft}^2$  respectively in no car painting service room (garage B) with the highest concentrations found in parking the car and collecting the colors in March. Concentrations of lead cadmium and chromium in car painting service room (garage A) with the low concentrations found in all area. And sample dust hands Concentrations of lead in dust hands 51.117  $\mu\text{g}/\text{ft}^2$  in no car painting service room (garage B) Concentrations of cadmium in dust hands 1.899  $\mu\text{g}/\text{ft}^2$  in no car painting service room (garage B) and Concentrations of chromium in dust hands 231.225  $\mu\text{g}/\text{ft}^2$  in no car painting service room (garage B) A one-way analysis of variance (ANOVA) demonstrated significant differences in lead cadmium and chromium concentrations between the period of high medium and low spraying activity ( $p < 0.05$ ).

**คำสำคัญ:** ตะกั่ว แคดเมียม โครเมียม

**Key Words:** Lead, Cadmium, Chromium, Car Paint

### บทนำ

ความเจริญก้าวหน้าของประเทศไทย ทั้งด้านอุตสาหกรรม วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เศรษฐกิจ พาณิชยกรรม และอุตสาหกรรมได้ก่อให้เกิดปัญหาการปนเปื้อนของสารมลพิษต่างๆ ในสิ่งแวดล้อม จนกลายเป็นปัญหาที่สำคัญของเมืองขนาดใหญ่ และพื้นที่พัฒนาที่มีการขยายตัวอย่างรวดเร็วของเมือง อุตสาหกรรม โดยเฉพาะอย่างยิ่งปัญหาการปนเปื้อนของโลหะหนักในสิ่งแวดล้อมที่นับวันปัญหาจะทวีความรุนแรงมากยิ่งขึ้น ดังจะเห็นได้จากรายงานการปนเปื้อนของโลหะหนักในสิ่งแวดล้อม และรายงานผู้ป่วยที่ได้รับพิษสารโลหะหนักที่มีเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง (กรมควบคุมมลพิษ, 2552; แสง โฉม, พรรณนภา, 2552) จากข้อมูลสถานการณ์ระบบเส้นใยโรครังโรคทางระบาดวิทยา และระบบเส้นใยโรครังจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อมของสำนักระบาดวิทยา กรมควบคุมโรค (2552) พบว่า การได้รับพิษจากโลหะหนัก โดยเฉพาะสารตะกั่วในเด็กอายุต่ำกว่า 15 ปี มีแนวโน้มสูงขึ้น เนื่องจากการได้รับสัมผัสจากสิ่งแวดล้อมที่พื้กอาศัย หรือจากการได้รับจากการทำงานของบิดา มารดา ที่รับงานมาทำที่บ้าน เช่น การ

ทาสี งานเซรามิค และการติดตามบิดา มารดาไปทำงานรับจ้างในโรงงานที่เกี่ยวข้องกับสารตะกั่ว (แสง โฉม, พรรณนภา, 2552) นอกจากนี้จากการสำรวจข้อมูลสภาพแวดล้อมในการทำงานของคณงานหรือเจ้าหน้าที่ปฏิบัติงานในสถานประกอบการเคาะพ่นสีรถยนต์ ในจังหวัดเชียงใหม่ ร้อยละ 71.01 % คณงานได้สัมผัสฝุ่นละอองจากการพ่นสีรถยนต์ที่มีการปนเปื้อนของของตะกั่ว แคดเมียม และ โครเมียม ที่ฟุ้งกระจายในบริเวณที่ทำงาน และก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพของคณงานในอู่พ่นสีรถยนต์ (ณัฐนันท์, 2554)

ปัจจุบันในอู่พ่นสีรถยนต์ในประเทศไทยมีการใช้สีที่มีส่วนประกอบของโลหะหนัก ประเภทตะกั่ว แคดเมียม และ โครเมียม มาใช้ในกระบวนการผลิต และเป็นส่วนผสมของผลิตภัณฑ์อื่นๆ ด้วย โดยเฉพาะอย่างยิ่งสารตะกั่วถูกนำมาใช้เพื่อทำให้สีมีความคงทน สวยงาม และช่วยในการปรับปรุงคุณสมบัติการแห้งของสีน้ำมันให้ได้ตามต้องการสีแดงของตะกั่วออกไซด์ (red lead) ซึ่งมีส่วนผสมของตะกั่วเตตระออกไซด์ ( $\text{Pb}_3\text{O}_4$ ) ใช้เป็นสีทารองพื้นกันการกัดกร่อนหรือทาโลหะกันสนิม (อรอุษา, 2542) ตะกั่วอาร์

ซีเนต (lead arsenate) ใช้ผสมสีทาอาคารบ้านเรือน ส่วนแคดเมียมได้นำมาใช้ผสมสีใช้ในอุตสาหกรรมเม็ดสี เช่นสีอานาเมล (สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2532) ส่วน โครเมียมได้นำมาใช้ในอุตสาหกรรมสีรองพื้นซึ่งคือโครเมต และยังเป็นส่วนผสมในสีพ่นสีรถยนต์เพื่อให้รถยนต์มีความเงาวาววาว (สำนักวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2552)

ด้วยเหตุผลดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาความเข้มข้นของตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียมในฝุ่นพื้น และฝุ่นบริเวณมือ (Swab) ของคนงานจากอู่พ่นสีรถยนต์ รวมทั้งสำรวจปัจจัยสภาพแวดล้อมทั่วไป และการจัดการด้านสิ่งแวดล้อมในอู่พ่นสีรถยนต์ที่มีผลต่อการได้รับตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียมในฝุ่นพื้น ซึ่งผลที่ได้รับจะเป็นประโยชน์ทั้งในทางตรงต่อคนงาน และในทางอ้อมต่อหน่วยงานภาครัฐทั้งในส่วนกลางและส่วนท้องถิ่นที่เกี่ยวข้อง นอกจากนี้ หน่วยงานระดับนโยบายของประเทศยังสามารถนำข้อมูลจากงานวิจัยนี้ไปใช้ในการกำหนดมาตรการ และแนวทางการจัดการปัญหาการปนเปื้อนของโลหะหนักในสิ่งแวดล้อมได้

### วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อศึกษาปริมาณการปนเปื้อนของตะกั่ว แคดเมียม และ โครเมียมในฝุ่นพื้น และฝุ่นบริเวณมือ (Swab) ของคนงานจากอู่พ่นสีรถยนต์ในจังหวัดสงขลา
2. เพื่อสำรวจปัจจัยสภาพแวดล้อมทั่วไป และการจัดการด้านสิ่งแวดล้อมในอู่พ่นสีรถยนต์ที่มีผลต่อการได้รับตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียมใน ฝุ่นพื้น

### วิธีการวิจัย

งานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดขั้นตอนในวิธีการวิจัยไว้ 6 ขั้นตอน คือ

1. การลงพื้นที่ และสำรวจพื้นที่
2. การเก็บตัวอย่างฝุ่นพื้น
3. การเก็บตัวอย่างฝุ่นบริเวณมือ (SWAB)

4. การเก็บข้อมูลจากแบบสอบถาม
5. การวิเคราะห์ปริมาณความเข้มข้นของ ตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียมในตัวอย่างฝุ่นพื้น
6. การวิเคราะห์ข้อมูลสรุปผลและ ข้อเสนอแนะต่างๆ โดยมีรายละเอียดดังนี้

### 1. การลงพื้นที่ และการสำรวจพื้นที่ที่ทำการทดลอง

1.1) สำรวจ เก็บ ข้อมูลภาคสนาม และ กำหนดจุดเก็บตัวอย่างฝุ่นพื้น และการตัวอย่างฝุ่น บริเวณมือ (swab) ของคนงานในอู่พ่นสีรถยนต์ที่มีห้องพ่นสี (อู่ A) โดยทำเก็บตัวอย่างในเดือนที่มีปริมาณการเข้าใช้บริการพ่นสีรถยนต์ จำนวนมาก ปานกลาง และน้อย จำนวน 3 ครั้ง คือ เดือนพฤษภาคม เดือนเมษายน และเดือน มีนาคม

1.2) สำรวจ เก็บ ข้อมูลภาคสนาม และ กำหนดจุดเก็บตัวอย่างฝุ่นพื้น และเก็บตัวอย่างฝุ่น บริเวณมือ (Swab) ของคนงานในอู่พ่นสีรถยนต์ที่ไม่มีห้องพ่นสี (อู่ B) โดยทำเก็บในเดือนที่มีปริมาณการ เข้าใช้บริการพ่นสีรถยนต์จำนวนมาก ปานกลาง และน้อย จำนวน 3 ครั้ง เดือนมีนาคม เดือนเมษายน และเดือน พฤษภาคม ตามลำดับ

### 2. การเก็บตัวอย่างฝุ่นพื้น

2.1) เตรียมอุปกรณ์ก่อนการเก็บตัวอย่างฝุ่น ได้แก่ หลอดพลาสติก ชนิด polypropylene ที่มีฝาปิด ขนาด 50 มิลลิลิตร ตลับเมตร ผ้าเช็ดทำความสะอาดแบบเปียก (moist wipes) และปากกาเคมี ในการเก็บตัวอย่างฝุ่นพื้นจะดำเนินการตามวิธีมาตรฐานของ (ASTM, 2003) และ (AFNOR, 2008)

2.2) กำหนดบริเวณที่จะเก็บตัวอย่างและทำเครื่องหมายพื้นที่เก็บตัวอย่าง โดยจะเก็บตัวอย่างฝุ่นพื้นบนพื้นที่ขนาด 0.1 ตารางเมตร ซึ่งในอู่พ่นสีรถยนต์ จะเลือกพื้นที่ที่คนงานใช้เวลาในการทำงานมากที่สุด ในแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง

2.3) ทำการเก็บตัวอย่างฝุ่นพื้นโดยใช้ผ้าเช็ดทำความสะอาดแบบเปียก (moist wipes) ตาม

คำแนะนำของ (ASTM, 2003) และ (AFNOR, 2008) เช็ดบนพื้นที่ที่กำหนดไว้

2.4) เมื่อทำการเก็บตัวอย่างฝุ่นพื้นเสร็จแล้วให้นำผ้าเช็ดทำความสะอาดผิวแบบเปียก (moist wipes) ใส่หลอดพลาสติก ชนิด polypropylene ที่มีฝาปิด พร้อมระบุวันที่ สถานที่ และรายละเอียดอื่น ๆ ในการเก็บตัวอย่าง อย่างชัดเจน

2.5) ในการเก็บตัวอย่างฝุ่นพื้นทุกครั้ง จะต้องทำการเตรียมตัวอย่าง field blank โดยนำผ้าเช็ดทำความสะอาดผิวแบบเปียก (moist wipes) ที่ยังไม่ได้ เช็ดฝุ่นพื้น ไปใส่ในหลอดพลาสติก ชนิด polypropylene ที่มีฝาปิด โดยเก็บ 2 blank ต่อ 1 ชุดตัวอย่าง

2.6) นำหลอดตัวอย่างฝุ่นพื้นที่ได้ไปเก็บไว้ในห้องเย็นที่มีอุณหภูมิ -25 องศาเซลเซียส เพื่อรักษา สภาพ จนกว่าจะทำการวิเคราะห์ทางเคมี

### 3. การเก็บตัวอย่างฝุ่นบริเวณมือ (swab)

3.1) ดำเนินการเก็บตัวอย่างฝุ่นบริเวณมือ (swab) ทั้ง 2 ข้างของพนักงานที่ทำงานในพื้นที่บริเวณอุ้งพ่นสิรยนต์ทั้ง 2 แห่ง

3.2) เก็บตัวอย่างฝุ่นบริเวณมือ (swab) โดยมีจำนวนพนักงานที่ทำงานในพื้นที่บริเวณอุ้งพ่นสิรยนต์ จำนวน 35 คน และจำนวนพนักงานที่ทำงานในพื้นที่บริเวณอุ้งที่ไม่มีห้องพ่นสิรยนต์ 3 คน

3.3) โดยพนักงานเป็นผู้นำผ้าเช็ดทำความสะอาดผิวแบบเปียก (moist wipes) ออกจากถุงและแผ่ออกให้เป็นแผ่นด้วยตนเอง เพื่อป้องกันการปนเปื้อน

3.4) นำ moist wipes เช็ดมือทั้ง 2 ข้างของพนักงาน โดยเช็ดบริเวณฝ่ามือ เป็นเวลา 15 วินาที และเช็ดบริเวณหลังมือ เป็นเวลา 15 วินาที และใช้ moist wipes เพียงด้านใดด้านหนึ่ง

3.5) นำ moist wipes ซึ่งผ่านการเช็ด ใส่ในหลอดพลาสติก ชนิด polypropylene ที่มีฝาปิด พร้อมระบุวันที่ สถานที่ และรายละเอียดอื่น ๆ ในการเก็บตัวอย่าง อย่างชัดเจน

3.6) ในการเก็บตัวอย่างฝุ่นพื้นทุกครั้ง จะต้องทำการเตรียมตัวอย่าง field blank โดยนำผ้าเช็ดทำความสะอาดผิวแบบเปียก (moist wipes) ที่ยังไม่ได้ เช็ดฝุ่น บริเวณมือ ใส่ในหลอดพลาสติก ชนิด polypropylene ที่มีฝาปิด โดยเก็บ 2 field blank ต่อ 1 ชุดตัวอย่าง

3.7) นำหลอดตัวอย่างฝุ่นบริเวณมือที่ได้เก็บในห้องเย็นที่มีอุณหภูมิ -25 องศาเซลเซียส เพื่อรักษาสภาพ จนกว่าทำการวิเคราะห์ทางเคมี

### 4. การเก็บข้อมูลจากแบบสอบถาม

ดำเนินการเก็บข้อมูลอุ้งพ่นสิรยนต์ที่ศึกษาจากแบบสอบถาม โดยการสัมภาษณ์คนงาน ตลอดจน โดยการการสำรวจสภาพแวดล้อมทั่วไป การสำรวจสภาพแวดล้อมในอุ้งพ่นสิรยนต์และการจัดการด้านสิ่งแวดล้อมในอุ้งพ่นสิรยนต์ที่มีผลต่อการได้รับตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียมในฝุ่นพื้น ด้วยวิธีการเดินสำรวจ (walk-through survey) อุ้งพ่นสิรยนต์แต่ละแห่ง

### 5. การวิเคราะห์ตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียมในตัวอย่างฝุ่นพื้นและฝุ่นมือ

5.1) ดำเนินการย่อยตัวอย่างฝุ่นพื้นด้วยกรดไนตริก ( $\text{HNO}_3$ ) และกรดเปอร์คลอริก ( $\text{HClO}_4$ ) โดยใช้วิธีของ (NIOSH, 2003) และ (Lucas *et al.*, 2012)

5.2) ทำการตรวจวิเคราะห์หาปริมาณความเข้มข้นของตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียม ในตัวอย่างฝุ่นพื้น และในตัวอย่างบริเวณมือคนงาน (sawb) โดยใช้เทคนิค ICP-MS (inductively coupled plasma-mass spectrometry) Agilent 7500

### 6. การวิเคราะห์ข้อมูล สรุปผล และข้อเสนอแนะต่าง ๆ

6.1) นำข้อมูลความเข้มข้นตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียมในตัวอย่างฝุ่นพื้นและฝุ่นมือ ที่ได้มาหาค่าเฉลี่ย และวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติโดยวิธี One way ANOVA และเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติของค่าเฉลี่ยด้วย Tukey's HSD Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

6.2) การเก็บข้อมูลอุ้งพันสิรยนต์ที่ศึกษาจากแบบสอบถาม โดยใช้การสุ่มตัวอย่างแบบวิธีแบบเจาะจง (Purposive)

**ผลการวิจัย**

ความเข้มข้นของตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียม ในอุ้งพันสิรยนต์ในจังหวัดสงขลา โดยเก็บตัวอย่างฝุ่นพื้นในอุ้ง A จำนวน 10 ตัวอย่าง ฝุ่นมือของคณงานในอุ้ง A จำนวน 32 ตัวอย่าง และเก็บตัวอย่างฝุ่นพื้น ในอุ้ง B จำนวน 4 ตัวอย่าง ฝุ่นมือของคณงานในอุ้ง B จำนวน 3 ตัวอย่างโดยนำมาวิเคราะห์โดยใช้ เทคนิค ICP-MS (inductively coupled plasma-mass spectrometry) Agilent 7500

**ตัวอย่างฝุ่นพื้น** ผลการศึกษาพบว่า ความเข้มข้นของตะกั่วในตัวอย่างฝุ่นพื้น มีค่าระหว่าง 0.0130 - 89.379 ไมโครกรัมต่อตารางฟุต โดยพบความเข้มข้นของตะกั่วต่ำสุด ในอุ้งพันสิรยนต์ที่มีห้องพันสิรยนต์ (อุ้ง A) บริเวณห้องเตรียมสีพื้น ในเดือนมีนาคม ภายในช่วงเวลาที่มีการเข้าใช้บริการพ่นสีน้อย พบความเข้มข้นของตะกั่วสูงสุดในอุ้งพันสิรยนต์ที่ไม่มีห้องพันสิรยนต์ (อุ้ง B) บริเวณเก็บรถซ่อมและเก็บสิรยนต์ ในเดือนพฤษภาคม ภายในช่วงเวลาที่มีการเข้าใช้บริการพ่นสีน้อย ส่วนความเข้มข้นของแคดเมียมในตัวอย่างฝุ่นพื้น มีค่าระหว่าง 0.000 - 0.743 ไมโครกรัมต่อตารางฟุต โดยพบความเข้มข้นของแคดเมียมสูงสุดในอุ้งพันสิรยนต์ที่ไม่มีห้องพันสิรยนต์ (อุ้ง B) บริเวณเก็บรถซ่อมและเก็บสิรยนต์ ในเดือนพฤษภาคม ภายในช่วงเวลาที่มีการเข้าใช้บริการพ่นสีน้อย และพบความเข้มข้นของโครเมียมในตัวอย่างฝุ่นพื้น มีค่าระหว่าง 3.577 - 481.757 ไมโครกรัมต่อตารางฟุต และไม่พบค่า - 0.316 ไมโครกรัมต่อตารางฟุต โดยพบความเข้มข้นของโครเมียมต่ำสุด ในอุ้งพันสิรยนต์ที่มีห้องพันสิรยนต์ (อุ้ง A) บริเวณห้องเตรียมสีพื้น ในเดือนมีนาคม ภายในช่วงเวลาที่มีการเข้าใช้บริการพ่นสีน้อย พบความเข้มข้นของโครเมียมสูงสุดในอุ้งพันสิรยนต์ที่ไม่มีห้องพันสิรยนต์ (อุ้ง B) บริเวณเก็บ

รถซ่อมและพันสิรยนต์ ในเดือนมีนาคม ภายในช่วงเวลาที่มีการเข้าใช้บริการพ่นสีมาก

**ตัวอย่างฝุ่นมือ** ผลการศึกษาพบว่า ความเข้มข้นของตะกั่วในตัวอย่างฝุ่นมือ มีค่าระหว่าง 0.000 - 51.117 ไมโครกรัมต่อตารางฟุต โดยไม่พบค่า - 0.021 ไมโครกรัมต่อตารางฟุต โดยพบความเข้มข้นของตะกั่วสูงสุดในคณงานของอุ้งพันสิรยนต์ที่ไม่มีห้องพันสิรยนต์ (อุ้ง B) ในเดือนพฤษภาคม ภายในช่วงเวลาที่มีการเข้าใช้บริการพ่นสีน้อย ส่วนความเข้มข้นของแคดเมียมในตัวอย่างฝุ่นมือ มีค่าระหว่าง 0.000 - 1.899 ไมโครกรัมต่อตารางฟุต โดยพบความเข้มข้นของแคดเมียมสูงสุดในคณงานของอุ้งพันสิรยนต์ที่ไม่มีห้องพันสิรยนต์ (อุ้ง B) ในเดือนพฤษภาคม ภายในช่วงเวลาที่มีการเข้าใช้บริการพ่นสีน้อย และความเข้มข้นของโครเมียมในตัวอย่างฝุ่นมือ มีค่าระหว่าง 0.000 - 231.225 ไมโครกรัมต่อตารางฟุต และไม่พบค่า - 0.661 ไมโครกรัมต่อตารางฟุต โดยพบความเข้มข้นของโครเมียมสูงสุดในคณงานของอุ้งพันสิรยนต์ที่ไม่มีห้องพันสิรยนต์ (อุ้ง B) ในเดือนมีนาคม ภายในช่วงเวลาที่มีการเข้าใช้บริการพ่นสีมาก

ส่วนผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว พบว่าปริมาณของตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียม ในตัวอย่างฝุ่นพื้น และตัวอย่างฝุ่นมือ ระหว่างช่วงเวลาที่มีการเข้าใช้บริการพ่นสีมาก ปานกลาง และน้อย มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )

**ตารางที่ 1** ปริมาณตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียมในตัวอย่างฝุ่นพื้น

ปริมาณการเข้าใช้บริการ	ปริมาณโลหะหนักในฝุ่นพื้น (ไมโครกรัมต่อตารางฟุต)					
	ตะกั่ว		แคดเมียม		โครเมียม	
	อุ้ง A	อุ้ง B	อุ้ง A	อุ้ง B	อุ้ง A	อุ้ง B
มาก	14.369	58.775	0.158	0.000	20.533	481.757
ปานกลาง	12.747	12.185	0.056	0.093	38.372	30.117
น้อย	20.152	89.379	0.279	0.743	44.383	42.985

ตารางที่ 2 ปริมาณตะกั่ว แคดเมียม และ โครเมียมใน ตัวอย่างฝุ่นบริเวณมือ

ปริมาณ การเข้าใช้ บริการ	ปริมาณโลหะหนักในฝุ่นมือ (ไมโครกรัมต่อตารางฟุต)					
	ตะกั่ว		แคดเมียม		โครเมียม	
	อยู่ A	อยู่ B	อยู่ A	อยู่ B	อยู่ A	อยู่ B
มาก	20.067	20.480	0.041	0.000	18.581	231.225
ปานกลาง	16.493	6.070	0.206	0.124	7.886	2.250
น้อย	39.597	51.117	1.899	1.858	27.024	22.834

แบบสอบถามสัมภาษณ์คนงานโดยวิธีการเดินสำรวจ (walk-through survey) ในผู้พันสิรยนต์ของอยู่ A และอยู่ B โดยสัมภาษณ์ ข้อมูลพื้นฐานทั่วไปของคนงาน และ ข้อมูลอนามัยส่วนบุคคล สรุปได้ดังนี้

**1.1 ข้อมูลพื้นฐานส่วนบุคคลในผู้พันสิรยนต์ของ อยู่ A**

ข้อมูลพื้นฐานส่วนบุคคลของคนงานในผู้พันสิรยนต์ของอยู่ A พบว่า มีคนงานทั้งหมด 35 คน ส่วนใหญ่เป็นเพศชาย ร้อยละ 85.7) อายุเฉลี่ย 20-35 ปี ร้อยละ 77 มีสถานภาพ โสด จบการศึกษามัธยมศึกษาตอนปลายหรือ ปวช. (ร้อยละ 48.6) มีอายุการทำงานในผู้พันสิรยนต์เฉลี่ย 1-5 ปี (ร้อยละ 65.7) ทำงานในผู้พันสิรยนต์เฉลี่ย 6-10 ชั่วโมงต่อวัน (ร้อยละ 37)

พฤติกรรมในการปฏิบัติหน้าที่ในการทำงาน เป็นปัจจัยหนึ่งที่แสดงถึงปัจจัยความเสี่ยงต่อการได้รับ ตะกั่ว แคดเมียม และ โครเมียม เข้าสู่ร่างกายของคนงาน ผู้พันสิรยนต์ พบว่า คนงานปฏิบัติหน้าที่ในผู้พันสิรยนต์โดยไม่สวมหมวกป้องกันฝุ่น ร้อยละ 65.7 และมีคนงานที่สวมหมวกแต่ไม่ถอดหมวกก่อนรับประทานอาหาร ร้อยละ 65.7 และคนงานทำความสะอาดมือเพียงบางครั้งก่อนรับประทานอาหาร โดยใช้น้ำประปา ร้อยละ 25.7 โดยใช้น้ำประปา และคนงานร้อยละ 11.4 หลังจากล้างมือแล้วทำให้มือแห้งโดยวิธีเช็ดกับกางเกงหรือชุดทำงาน ซึ่งคนงานใช้ช้อนเป็นอุปกรณ์ในการรับประทานอาหาร คนงานส่วนใหญ่ ร้อยละ 54.3 มีนิสัยสูบบุหรี่ และร้อยละ 45.7 สูบบุหรี่ที่ทำงาน โดยก่อนสูบบุหรี่ ไม่มีการล้างมือ ร้อยละ 31.4

โดยในผู้พันสิรยนต์คนงานใส่หน้ากากป้องกันฝุ่นเพียงบางครั้ง ร้อยละ 48.6 และหน้ากากป้องกันฝุ่นคนงานจะมีระยะเวลาใช้งาน 1 เดือน ร้อยละ 68.6 หลังจากเลิกงานคนงานจะใส่ชุดทำงานกลับบ้าน ร้อยละ 91.4 และ ร้อยละ 20 คนงานใส่ชุดทำงานมากกว่าสองวัน และจะซักชุดทำงานกับเสื้อผ้ารวมกับคนในครอบครัว ร้อยละ 28.1 ด้านสุขภาพ ร้อยละ 48.6 คนงานไม่มีการตรวจสุขภาพก่อนเข้ามาทำงาน

**2.1 ข้อมูลพื้นฐานส่วนบุคคลในผู้พันสิรยนต์ของอยู่ B**

ข้อมูลพื้นฐานส่วนบุคคลของคนงานในผู้พันสิรยนต์ของอยู่ B พบว่า มีคนงานทั้งหมด 3 คน ทั้งหมดเป็นเพศชาย มีอายุระหว่าง 20, 45, 53 ปี ตามลำดับ มีสถานภาพ โสด จบการศึกษามัธยมศึกษาตอนปลายหรือปวช. ถึง ระดับปวส. มีอายุการทำงานในผู้พันสิรยนต์เฉลี่ย 5-10 ปี (ร้อยละ 65.7) ทำงานในผู้พันสิรยนต์เฉลี่ย 1-5 ชั่วโมงต่อวัน (ร้อยละ 66.7)

**2.2 ข้อมูลอนามัยส่วนบุคคลผู้พันสิรยนต์ของอยู่ B**

พฤติกรรมในการปฏิบัติหน้าที่ในการทำงาน เป็นปัจจัยหนึ่งที่แสดงถึงปัจจัยความเสี่ยงต่อการได้รับ ตะกั่ว แคดเมียม และ โครเมียม เข้าสู่ร่างกายของคนงาน ผู้พันสิรยนต์ พบว่า คนงานทุกคนในผู้พันสิรยนต์ B ปฏิบัติหน้าที่ในผู้พันสิรยนต์โดยไม่สวมหมวกป้องกันฝุ่น คนงานทำความสะอาดมือทุกครั้งก่อนรับประทานอาหาร โดยใช้น้ำประปา และคนงาน ร้อยละ 66.7 หลังจากล้างมือแล้วทำให้มือแห้งโดยวิธีเช็ดกับกางเกงหรือชุดทำงาน ซึ่งคนงานทุกคนใช้ช้อนเป็นอุปกรณ์ในการรับประทานอาหาร ซึ่งคนงานทุกคนมีนิสัยสูบบุหรี่ และสูบบุหรี่ที่ทำงาน โดยก่อนสูบบุหรี่ ไม่มีการล้างมือ ร้อยละ 66.7 คนงานในผู้พันสิรยนต์ใส่หน้ากากป้องกันฝุ่นในบางครั้ง ร้อยละ 66.7 และ หน้ากากป้องกันฝุ่นคนงานจะมีระยะเวลาใช้งาน 1 เดือน ร้อยละ 66.7 ผู้พันสิรยนต์ B ไม่มีชุดทำงานให้คนงาน หลังจากเลิกงานคนงานทุกคนจะใส่ที่ชุดทำงานกลับ ซึ่งคนงานซักชุดทำงานทุกวัน และซักชุดทำงานกับเสื้อผ้ารวมกับคนในครอบครัว ด้านสุขภาพ

ร้อยละ 66.7 คนงานไม่มีการตรวจสุขภาพก่อนเข้ามาทำงาน

**สรุปและอภิปรายผล**

**ความเข้มข้น ตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียม ในฝุ่นพื้น**

ความเข้มข้นของตะกั่วในฝุ่นพื้นที่ตรวจวัดได้ในฝุ่นพื้นของห้องพ่นสีรถยนต์ มีค่า 89.379 ไมโครกรัมต่อตารางฟุต พบความเข้มข้นของตะกั่วสูงสุดในห้องพ่นสีรถยนต์ที่ไม่มีห้องพ่นสีรถยนต์ (อู่ B) บริเวณเก็บรถยนต์รอซ่อมและเก็บสีรถยนต์ จากความเข้มข้นของตะกั่วที่ปนเปื้อนในฝุ่นพื้น หากคนงานที่ได้สัมผัสอยู่เป็นประจำ โดยการกินหรือการหายใจเข้าไป จะทำให้มีตะกั่วเข้าสู่ร่างกายได้ (ชไมพันธุ์ และคณะ, 2536) เมื่อตะกั่วเข้าสู่ร่างกายแล้ว จะเข้าไปสะสมอยู่ในกระดูก สะสมในระบบการไหลเวียนของโลหิต จับกับเม็ดเลือดแดง ต่อมากระจายไปยังระบบหายใจ และสะสมอยู่ในกล้ามเนื้อ ในที่สุดจะทำให้เกิดอาการเป็นพิษขึ้น (ณัฐ ตันศรีสวัสดิ์ และคณะ, 2550) เพราะฉะนั้นคนงานในอู่พ่นสีทุกคนควรที่จะมีอุปกรณ์ป้องกันการฝุ่นที่มีประสิทธิภาพ และควรใส่ทำงานอยู่สม่ำเสมอเพื่อป้องกันฝุ่นที่จะเข้าสู่ร่างกาย

ความเข้มข้นของแคดเมียมที่ตรวจวัดได้ในฝุ่นพื้นของห้องพ่นสีรถยนต์ มีค่า 0.743 ไมโครกรัมต่อตารางฟุต โดยพบความเข้มข้นของแคดเมียมสูงสุดในห้องพ่นสีรถยนต์ที่ไม่มีห้องพ่นสีรถยนต์ (อู่ B) บริเวณเก็บรถยนต์รอซ่อมและเก็บสีรถยนต์ ถึงแม้ว่าระดับความเข้มข้นของแคดเมียมจะพบน้อย แต่หากคนงานได้รับการปนเปื้อนของแคดเมียมเป็นเวลานาน ๆ จะมีผลเสียโดยตรงกับโครงสร้างของกระดูก โดยจะไปลดการสะสมของธาตุแคลเซียมขณะที่มีการสร้างและซ่อมแซมกระดูก และไม่มีการสะสมของ collagen ในกระดูก (Kjellstrom, 1992; Katzantzis, 2004) โดยแคดเมียมเป็นตัวการทำให้เอ็นไซม์ lysyl oxidase หมดสภาพ จึงทำให้กระดูกผุกร่อนเสียรูปแบบ หลังจากนั้นจะเกิดอาการเจ็บปวดมาก เหมือนกับโรคอิต-อิต

(Itai-Itai) เพราะฉะนั้นคนงานในอู่พ่นสีรถยนต์ควรมีอุปกรณ์ป้องกันฝุ่นที่มีประสิทธิภาพตลอดเวลาในการทำงาน

ความเข้มข้นของโครเมียมที่ตรวจวัดได้ในฝุ่นพื้นของห้องพ่นสีรถยนต์ มีค่า 481.757 ไมโครกรัมต่อตารางฟุต โดยพบความเข้มข้นของโครเมียมสูงสุดในห้องพ่นสีรถยนต์ที่ไม่มีห้องพ่นสีรถยนต์ (อู่ B) บริเวณเก็บรถยนต์รอซ่อมและพ่นสีรถยนต์ ในเดือนมีนาคม ในช่วงเวลาที่มีการเข้าใช้บริการพ่นสีมาก จากค่าความเข้มข้นที่พบโครเมียมในฝุ่นพื้นซึ่งมีปริมาณที่มาก หากคนงานรับเอาฝุ่นที่มีการปนเปื้อนโครเมียมเข้าไปในระยะเวลาที่นาน ทำให้เกิดเป็นมะเร็งผิวหนัง และมะเร็งปอด ส่วนในระบบทางเดินอาหารเมื่อโครเมียมสะสมในปริมาณที่มาก ทำให้เกิด ระบบทางเดินอาหารอักเสบ ภาวะอาหารอักเสบ และเป็นแผลที่ลำไส้เล็ก และลำไส้ใหญ่อักเสบได้ (วิทยา อยู่สุข, 2549)

**ความเข้มข้น ตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียมในฝุ่นมือ**

ความเข้มข้นของตะกั่วในตัวอย่างฝุ่นมือ มีค่า 51.117 ไมโครกรัมต่อตารางฟุต โดยพบความเข้มข้นของตะกั่วสูงสุดในคนงานของอู่พ่นสีรถยนต์ที่ไม่มีห้องพ่นสีรถยนต์ (อู่ B) ส่วนความเข้มข้นของแคดเมียมในตัวอย่างฝุ่นมือ มีค่า 1.899 ไมโครกรัมต่อตารางฟุต โดยพบความเข้มข้นของแคดเมียมสูงสุดในคนงานของอู่พ่นสีรถยนต์ที่ไม่มีห้องพ่นสีรถยนต์ (อู่ B) และความเข้มข้นของโครเมียมในตัวอย่างฝุ่นมือ มีค่า 231.225 ไมโครกรัมต่อตารางฟุต โดยพบความเข้มข้นของโครเมียมสูงสุดในคนงานของอู่พ่นสีรถยนต์ที่ไม่มีห้องพ่นสีรถยนต์ (อู่ B) จากค่าความเข้มข้นที่พบตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียม ในตัวอย่างฝุ่นมือของคนงาน หากคนงานมีสุขลักษณะที่ไม่สะอาด ไม่ถูกสุขลักษณะ อาจทำให้ตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียม เข้าสู่ร่างกายโดยไม่รู้ตัว เช่น การสูบบุหรี่ หลังการทำงาน โดยไม่รู้ล้างมือ ล้างมือแต่ทำให้มือแห้งโดยเช็ดกับชุดทำงาน ด้วยการกระทำที่มีความเสี่ยงต่อการได้รับสารพิษเข้าสู่ร่างกายของคนงาน หาก

ได้รับเป็นเวลานาน ๆ อาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของพนักงานได้ (แสงโสม,พรธรรณกา, 2552)

**ข้อมูลพื้นฐานส่วนบุคคลและข้อมูลสุขภาพในอุ้งพันสิรยนต์ A และ B**

พฤติกรรมในการปฏิบัติหน้าที่ในการทำงานเป็นปัจจัยหนึ่งซึ่งแสดงถึงปัจจัยความเสี่ยงต่อการได้รับตะกั่ว แคดเมียม และ โครเมียม เข้าสู่ร่างกายของพนักงานพันสิรยนต์ โดยพฤติกรรมอนามัยส่วนบุคคลของพนักงานในอุ้งพันสิรยนต์ที่มีห้องพันสิรยนต์ (อุ้ง A) และอุ้งพันสิรยนต์ที่ไม่มีห้องพันสิรยนต์ (อุ้ง B) มีพฤติกรรมที่คล้ายกันต่อความเสี่ยงต่อการได้รับตะกั่ว แคดเมียม และ โครเมียม คือพนักงานในอุ้ง A และ B ปฏิบัติหน้าที่โดยไม่สวมหมวกป้องกันฝุ่น ร้อยละ 65.7 และร้อยละ 100 ตามลำดับ แต่พนักงานในอุ้ง A ไม่ถอดหมวกป้องกันฝุ่นก่อนรับประทานอาหาร พนักงานส่วนใหญ่ทำความสะอาดมือแล้วทำให้แห้งโดยวิธีเช็ดกับชุดทำงาน หรือล้างมือเป็นบางครั้งเท่านั้น พนักงานอุ้ง A ร้อยละ 45.7 พนักงานในอุ้ง B ร้อยละ 66.7 ส่วนใหญ่มีนิสัยสูบบุหรี่ที่ทำงาน และก่อนสูบบุหรี่มีนิสัยไม่ล้างมือก่อนสูบบุหรี่ การได้รับแคดเมียมกับโครเมียม เข้าสู่ร่างกายของพนักงานช่างพันสิรยนต์ ไม่ได้มาจากส่วนสารพิษจากส่วนประกอบของสีพันสิรยนต์ แต่อาจมาจากสารพิษจากบุหรี่ เพราะในบุหรี่ 1 มวน มีโครเมียม และแคดเมียม ปริมาณ 1-2 ไมโครกรัม (Friberg L, 2006) และในอุ้งพันสิรยนต์พนักงานใส่หน้ากากป้องกันฝุ่นเพียงบางครั้งเท่านั้น และหน้ากากป้องกันฝุ่นพนักงานจะมีระยะเวลาใช้งาน 1 เดือน หลังจากเลิกงานพนักงานทุกคนจะใส่ที่ชุดทำงานกลับ ซึ่งพนักงานซักชุดทำงานทุกวัน และซักชุดทำงานกับเสื้อผ้าร่วมกับคนในครอบครัวจากการใช้แบบสอบถามสัมภาษณ์พนักงานโดยวิธีการเดินสำรวจ (walk-through survey) ทำให้พบว่าพนักงานในอุ้งพันสิรยนต์ยังขาดสุขลักษณะส่วนบุคคลที่ดี ตลอดจนขาดความตระหนักต่ออันตรายจากการได้รับตะกั่ว แคดเมียม และ โครเมียมในที่ทำงาน ซึ่งส่งผลให้

เกิดความเสี่ยงสูงต่อการได้รับ ตะกั่ว แคดเมียม และ โครเมียม เข้าสู่ร่างกายในขณะที่ทำงานได้

**แนวทางเพื่อจัดการลดความเสี่ยง**

1. ต้องจัดการห้องพันสิรยนต์ให้มีระบบที่ได้มาตรฐาน มีระบบกำจัดฝุ่นที่ปนเปื้อน โลหะหนักที่ดีไม่ให้ปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อม
2. จัดหาอุปกรณ์ป้องกันฝุ่นหรือสารพิษที่ได้รับมาตรฐาน ให้พนักงานในอุ้งพันสิรยนต์
3. ให้ ข้อมูลเกี่ยวกับ สารพิษ จากฝุ่นที่ปนเปื้อน โลหะหนัก เพื่อให้พนักงานตระหนักถึงผลกระทบที่จะเกิดขึ้น
4. อุ้งพันสิรยนต์ทุกแห่งควรมีมาตรการป้องกันที่เคร่งครัดเพื่อป้องกันอันตราย
5. ควรมีการตรวจสุขภาพประจำปี อย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง

**กิตติกรรมประกาศ**

การวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี โดยได้รับความแนะนำและช่วยเหลือจาก ดร.ศุภฤกษ์ หมั่นห่อ รองศาสตราจารย์ ดร.บรรจง วิทวิวิศักดิ์ และขอขอบคุณทุกคนที่ช่วยเหลือให้กำลังใจเสมอมา

**เอกสารอ้างอิง**

กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. สรุปรสถานการณ์มลพิษของประเทศไทยปี 2551. กรุงเทพฯ: กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม; 2552.

กรมควบคุมโรค.สำนักระบาดวิทยา. ข้อมูลสถานการณ์ระบบเฝ้าระวังโรคทางระบาดวิทยา และระบบเฝ้าระวังโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม. [ม.ป.ท.: ม.ป.พ]; 2552.



เจริญศักดิ์ งามไตร. การประเมินความเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็งจากการได้รับตะกั่วแคดเมียมและโครเมียมของช่างพ่นสีรถยนต์ในบรรยากาศภายในสถานประกอบการพ่นสีรถยนต์ในเขตเทศบาลนครหาดใหญ่. [วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการจัดการสิ่งแวดล้อม]. สงขลา: บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์; 2554.

ชไมพันธุ์ สันติกาญจน์, จริยา แสงสัจจา, ชีรัช บุญญะการกุล. ปัญหาของพิษจากสารตะกั่วในประเทศไทย. [ม.ป.ท.: ม.ป.พ]; 2536.

ณัฐนันท์ ยอดวงศ์. สิ่งแวดล้อมในการทำงาน สภาพการทำงานและพฤติกรรมการทำงาน ที่ปลอดภัยของแรงงานในสถานประกอบการเคาะพ่นสีรถยนต์. [วิทยานิพนธ์พยาบาลศาสตรมหาบัณฑิตสาขาวิชาการพยาบาลอาชีวอนามัย]. เชียงใหม่: บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยเชียงใหม่; 2554.

ณัฐ ตันศรีสวัสดิ์, ศิรินันท์ เอี่ยมภักดิ์. นิติพิษวิทยา. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย; 2550.

สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ. โลหะหนักในสี. [ม.ป.ท.: ม.ป.พ]; 2532.

สำนักวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ งานช่างประเภทสีรถยนต์ [ออนไลน์] 2552. [อ้างอิงเมื่อ 3 เมษายน 2556] จาก <http://standox.com>

แสง โจม ศิริพานิช, พรรณณา เหมือนผึ้ง. สรุปรายงานการเฝ้าระวังโรค 2552. กรุงเทพฯ: สำนักกระบวนวิชา กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม; 2552.

อรอุษา สรวารี. สารเคลือบผิว (สี วาร์นิชและแล็กเกอร์). กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย; 2542.

AFNOR. Lead diagnosis-methodology for measuring lead in for dust. NFX 46-032. Association francaise de normalization, La plaine saint-denis; 2008.

ASTM. Standard practice for collection of settled dust samples using wipe sampling methods for subsequent lead determination. ASTM E 1728-03. American society for testing and materials, west Conshohocken. PA; 2003.

Friberg L.kjellstrom T. and Nordberg G.F. Cadmium. Elsevier Science Publishers B.V.; 2006.

Katzantzis, G. Cadmium, osteoporosis, and calcium metabolism. *Biomaterials* 2004; 17: 493-8.

Kjellstrom, T. Mechanism and Epidemiology of Bone Effects of Cadmium. Lyon: IARC Sci. Publ. 301-310; 1992.

Lucas. JP., Le Bot. B., Gloennec. P., Etchevers. A., Bretin. P., Douay. F., Sébille. V., Bellanger. L. and Mandin. C. Lead contamination in French children's homes and environment. *Environmental Research*. 116: 58-65; 2012.

NIOSH. NIOSH Manual of Analytical Methods (NMAM), method No. 7300, 4th ed., NIOSH, Cincinnati, OH, the United States; 2003.