การศึกษาเปรียบเทียบความเข้มข้นของตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียม ในอู่พ่นสีรถยนต์ที่มีและไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน

Comparative Study of Lead, Cadmium and Chromium Concentrations in Autobody Repair Shops With and Without Standard Paint Spray Booth

พุทธิชัย นิลเพ็ชร์

Putthichai Ninphet

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการจัดการสิ่งแวดล้อม
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Master of Science in Environmental Management
Prince of Songkla University

2559

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

การศึกษาเปรียบเทียบความเข้มข้นของตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียม ในอู่พ่นสีรถยนต์ที่มีและไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน

Comparative Study of Lead, Cadmium and Chromium Concentrations in Autobody Repair Shops With and Without Standard Paint Spray Booth

พุทธิชัย นิลเพ็ชร์

Putthichai Ninphet

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการจัดการสิ่งแวดล้อม
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Master of Science in Environmental Management
Prince of Songkla University

2559

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ชื่อวิทยานิพนธ์ การศึกษาเปรียบเทียบความเข้มข้นของตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียม ในอู่พ่นสีรถยนต์ที่มีและไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน

ผู้เขียน นายพุทธิชัย นิลเพ็ชร์

สาขาวิชา การจัดการสิ่งแวดล้อม

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

.....
(ดร.ดุษฎี หมื่นห่อ)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร.บรรจง วิทยวีรศักดิ์)

คณะกรรมการสอบ

.....ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุวิทย์ สุวรรณโณ)

.....กรรมการ
(ดร.ดุษฎี หมื่นห่อ)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฐิติวร ชูสง)

.....กรรมการ
(ดร.พัฒนศักดิ์ คำมณีจันทร์)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.บรรจง วิทยวีรศักดิ์)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร.ธีระพล ศรีชนะ)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ขอรับรองว่า ผลงานวิจัยนี้มาจากการศึกษาวิจัยของนักศึกษาเอง และได้แสดงความขอบคุณบุคคลที่มีส่วนช่วยเหลือแล้ว

ลงชื่อ .....
(ดร.ดุษฎี หมื่นห่อ)
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ลงชื่อ .....
(รองศาสตราจารย์ ดร.บรรจง วิทยวีรศักดิ์)
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

ลงชื่อ .....
(นายพุทธิชัย นิลเพ็ชร์)
นักศึกษา

ข้าพเจ้าขอรับรองว่า ผลงานวิจัยนี้ไม่เคยเป็นส่วนหนึ่งในการอนุมัติปริญญาในระดับใดมาก่อน และไม่ได้ถูกใช้ในการยื่นขออนุมัติปริญญาในขณะนี้

ลงชื่อ .....
(นายพุทธิชัย นิลเพ็ชร์)
นักศึกษา

ชื่อวิทยานิพนธ์ การศึกษาเปรียบเทียบความเข้มข้นของตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียม ในอู่พ่นสีรถยนต์ที่มีและไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน
ผู้เขียน นายพุทธิชัย นิลเพ็ชร์
สาขาวิชา การจัดการสิ่งแวดล้อม
ปีการศึกษา 2558

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้เป็นการเปรียบเทียบความเข้มข้นของตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียม ในอู่พ่นสีรถยนต์ที่มีและไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐานโดยเก็บตัวอย่างฝุ่นพื้นและตัวอย่างบริเวณมือ (swab) ของคนงาน ใน 3 ช่วงเวลา ซึ่งแบ่งตามปริมาณการเข้าใช้บริการพ่นสีรถยนต์ในแต่ละเดือน คือ ช่วงเวลาที่มีปริมาณการใช้บริการพ่นสีรถยนต์จำนวนมาก ปานกลาง และน้อย

ผลการศึกษาพบว่าในอู่พ่นสีรถยนต์ที่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน มีค่าความเข้มข้นสูงสุดของตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียม ในตัวอย่างฝุ่นพื้นมีค่าเท่ากับ 21.12, 0.28 และ 44.84 ไมโครกรัมต่อตารางฟุต ตามลำดับ โดยพบค่าความเข้มข้นสูงสุดของตะกั่วและโครเมียมพบในฝ่ายขัดสี 1 และแคดเมียมพบในฝ่ายฝ่ายปรับแต่ง ในช่วงที่มีปริมาณการใช้บริการพ่นสีรถยนต์จำนวนมาก (เดือนพฤษภาคม) ส่วนในอู่พ่นสีรถยนต์ที่ไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐานพบค่าความเข้มข้นสูงสุดของตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียม ในตัวอย่างฝุ่นพื้นมีค่าเท่ากับ 89.38, 0.74 และ 481.76 ไมโครกรัมต่อตารางฟุต ตามลำดับ โดยพบความเข้มข้นสูงสุดของตะกั่วและแคดเมียมที่บริเวณเก็บรถยนต์รอซ่อมและเก็บสีพ่นรถยนต์ 1 และโครเมียมพบในบริเวณเก็บรถยนต์รอซ่อมและเก็บสีพ่นรถยนต์ 2 ส่วนค่าเฉลี่ยความเข้มข้นตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียมในตัวอย่างบริเวณมือ (swab) ของคนงานในอู่พ่นสีรถยนต์ที่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน พบค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 20.88, 2.24 และ 7.81 ไมโครกรัมต่อตารางฟุต ตามลำดับ โดยพบความเข้มข้นสูงสุดของตะกั่วและแคดเมียมในคนงานประเภทขัดสี 1 และโครเมียมพบในคนงานประเภทปรับแต่ง ในช่วงที่มีปริมาณการใช้บริการพ่นสีรถยนต์จำนวนมาก (เดือนพฤษภาคม) ส่วนในอู่พ่นสีรถยนต์ที่ไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐานพบปริมาณตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียมในตัวอย่างบริเวณมือ (swab) ของคนงาน พบค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 32.12, 1.40 และ 85.66 ไมโครกรัมต่อตารางฟุต ตามลำดับ โดยพบความเข้มข้นสูงสุดของตะกั่วและแคดเมียม พบในคนงานประเภทพ่นสีและขัดสี ในช่วงที่มีปริมาณการใช้บริการพ่นสีรถยนต์จำนวนมาก (เดือนมีนาคม) ส่วนโครเมียม พบในช่วงที่มีการใช้บริการพ่นสีรถยนต์ปริมาณน้อย (เดือนพฤษภาคม)

นอกจากนี้พบว่าปัจจัยที่มีสัมพันธ์กับระดับการปนเปื้อนของตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียม ในตัวอย่างฝุ่นพื้น ได้แก่ ปริมาณรถยนต์ที่เข้าใช้บริการพ่นสีรถยนต์ การมี/ไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน

การมี/ไม่มีอุปกรณ์กำจัดโลหะหนัก การมี/ไม่มีระบบระบายอากาศในบริเวณทำงาน การมี/ไม่มีตู้ดูดไอระเหย (hood) สำหรับให้คนงานผสมสีพ่นสีรถยนต์ ส่วนปัจจัยที่มีสัมพันธ์กับระดับการปนเปื้อนของตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียมในตัวอย่างฝุ่นบริเวณมือ ได้แก่ ปัจจัยคนงานใส่ชุดทำงานกลับบ้านหลังเลิกงาน คนงานมีพฤติกรรมสูบบุหรี่ในที่ทำงาน คนงานมีพฤติกรรมไม่ล้างมือก่อนสูบบุหรี่คนงานมีพฤติกรรมเคยสูบบุหรี่ในที่ทำงานเป็นประจำ และคนงานมีพฤติกรรมการซักเสื้อผ้ารวมกับคนในบ้าน

Thesis Title Comparative Study of Lead, Cadmium and Chromium Concentrations in Autobody Repair Shops With and Without Standard Paint Spray Booth

Author Mr. Putthichai Ninphet

Major Environmental Management

Academic year 2015

ABSTRACT

This comparative study reports concentrations of lead (Pb), cadmium (Cd) and chromium (Cr) in floor dust and hand-swab samples from autobody repair shops with and without a standard paint spray booth. The floor dust samples were collected from various areas in the shops during three different durations: high, medium and low spraying activity.

It was found that concentrations of lead, cadmium and chromium in floor dust samples collected from an autobody repair shop with a standard paint spray booth were 20.15, 0.28 and 44.84 µg/ft^2 respectively, with the highest levels of lead and cadmium found in paint buffing area 1 during the high spraying activity duration and the highest levels of chromium observed in paint improving area during the high spraying activity duration (in May). Mean concentrations of lead, cadmium and chromium in floor dust samples collected from an autobody repair shop without a standard paint spray booth were 89.38, 0.74 and 481.76 µg/ft^2 respectively, with the highest levels of lead and cadmium detected in car and paint storage area 1 during the high spraying activity duration, and the highest levels of chromium seen in car and paint storage area 2 during the low spraying activity duration. Mean concentrations of lead, cadmium and chromium in hand-swab samples collected from an autobody repair shop with a standard paint spray booth were 20.88, 2.24 and 7.81 µg/ft^2 respectively, with the highest levels of lead and cadmium seen in a worker working in a paint buffing area 1 during the high spraying activity duration, and the highest levels of chromium detected in a worker working in a paint improving area during the high spraying activity duration (in May). Mean concentrations of lead, cadmium and chromium in hand-swab samples collected from an autobody repair shop without a

standard paint spray booth were 32.12, 1.40 and 85.66 μg/ft^2 respectively, with the highest levels of lead and cadmium observed in a worker working in a spray painting and paint buffing area during the high spraying activity duration (in March), and the highest levels of chromium found in a worker working in a spray painting and paint buffing area during the low spraying activity duration (in May).

Analysis of data obtained by laboratory experiment, walk-through survey, observation checklist and questionnaire indicated that lead, cadmium and chromium contamination in the studied autobody repair shops may be influenced by the number of the repaired vehicles; the presence/absence of the standard paint spray booth, heavy metal control device, ventilation system and paint mixing hood in the autobody repair shop; glove-use behavior; and unhygienic behaviors such as smoking at the autobody repair shop without washing hands. The factors related to the contamination of lead, cadmium and chromium in dust samples in hand-swab were the workers wearing the uniform back home from work; the workers smoking in the workplace, the workers not washing hands before smoking, and the workers having a habit of washing their clothes together with other household members' clothes without separation.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เล่มนี้จะสำเร็จลุล่วงไปมิได้ ถ้าไม่ได้รับความอนุเคราะห์ช่วยเหลือเป็นอย่างดี โดยเฉพาะอย่างยิ่งจาก ดร.ดุษฎี หมื่นห่อ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาถ่ายทอดความรู้ ให้คำปรึกษา และให้ความช่วยเหลือในด้านต่างๆ อันส่งผลให้ผู้วิจัยสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในงานวิจัย ตลอดจนช่วยตรวจและแก้ไขข้อบกพร่องของงานวิจัยฉบับนี้ รวมทั้งช่วยเหลือทั้งด้านวิชาการและด้านการใช้ชีวิต จนทำให้วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี นอกจากนี้ขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.บรรจง วิทยวีรศักดิ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม รวมทั้งคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ทุกท่าน ที่กรุณาชี้แนะข้อผิดพลาดหรือข้อบกพร่อง จนวิทยานิพนธ์เล่มนี้เสร็จสิ้นอย่างสมบูรณ์

ขอขอบคุณบุคลากรของหน่วยเครื่องมือกลาง คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่กรุณาชี้แนะวิธีการวิเคราะห์และใช้เครื่องมือในการตรวจวัดหาปริมาณตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียม ในตัวอย่างฝุ่นพื้น ขอขอบพระคุณนายอานนท์ เทพทอง ที่ช่วยเหลือในการเก็บตัวอย่างงานวิจัย และเป็นที่ปรึกษาหลายๆเรื่อง รวมทั้งช่วยตรวจสอบคำถูกผิดในวิทยานิพนธ์ ขอขอบพระคุณบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่สนับสนุนทุนวิจัยในบางส่วน และขอขอบคุณพี่ๆ เพื่อนๆ และน้องๆ คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่ได้ช่วยเหลือและเป็นกำลังใจมาโดยตลอด

สุดท้ายสิ่งที่สำคัญที่สุด ขอกราบขอบพระคุณ นายประสงค์ นิลเพ็ชร์ และนางวรรณี นิลเพ็ชร์ บิดา-มารดาผู้ให้กำเนิด ซึ่งคอยอบรมสั่งสอน เลี้ยงดูด้วยความรัก ให้กำลังใจ และสนับสนุนเกื้อกูลทุกๆ อย่างมาตลอด จนทำให้วิทยานิพนธ์เล่มนี้เสร็จสิ้นสมบูรณ์ ผู้วิจัยหวังว่าวิทยานิพนธ์เล่มนี้จะเป็นประโยชน์ต่อหน่วยงานภาครัฐ ภาคเอกชน และส่วนท้องถิ่น ตลอดจนบุคคลผู้สนใจทั่วไป

พุทธิชัย นิลเพ็ชร์

สารบัญ

		หน้า
บทคัดย่อ		(5)
Abstract		(7)
กิตติกรรมประกาศ		(9)
สารบัญ		(10)
สารบัญตาราง		(14)
สารบัญรูป		(18)
สารบัญภาพ		(19)
บทที่ 1	**บทนำ**	**1**
1.1	ความสำคัญและที่มาของงานวิจัย	1
1.2	วัตถุประสงค์ของการวิจัย	3
1.3	ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย	3
1.4	ขอบเขตการวิจัย	3
1.5	กรอบแนวคิดการวิจัย	4
บทที่ 2	**การตรวจเอกสาร**	**5**
2.1	ส่วนประกอบของสีพ่นรถยนต์	5
2.2	ประเภทของสีพ่นรถยนต์	5
2.3	กระบวนการพ่นสีรถยนต์	6
2.4	การลอกฟิล์มสีเก่า	9
2.5	การโป๊วสี	10
2.6	การพ่นสีรองพื้น	10
2.7	การพ่นสีรถยนต์หรือสีทับหน้า	10
2.8	การขัดเคลือบสี	11
2.9	สถานประกอบการพ่นสีรถยนต์	12
2.10	ประเภทของห้องพ่นสีรถยนต์	12
2.11	โลหะหนัก	14
2.12	ตัวอย่างโลหะหนักที่พบในอู่พ่นสีรถยนต์	16
2.13	วิธีการป้องกันโลหะหนักเข้าสู่ร่างกาย	21
2.14	กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยในอู่พ่นสีรถยนต์	22

สารบัญ (ต่อ)

		หน้า
2.15	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	23
บทที่ 3	**วิธีการดำเนินการวิจัย**	**28**
3.1	สถานที่เก็บตัวอย่างฝุ่นพื้นและบริเวณมือ (swab) ของคนงาน	28
3.2	ช่วงเวลาในการเก็บตัวอย่าง	28
3.3	การเก็บข้อมูลแบบสอบถาม	28
3.4	วัสดุและอุปกรณ์การเก็บตัวอย่าง	28
3.5	การดำเนินการวิจัย	29
บทที่ 4	**ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง**	**41**
4.1	ความเข้มข้นของตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียมในฝุ่นพื้นและบริเวณมือ (swab) ของคนงานในอู่พ่นสีรถยนต์ที่มีห้องพ่นสีรถยนต์และไม่มีห้องพ่นมาตรฐาน	41
4.1.1	ความเข้มข้นของตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียมในฝุ่นพื้นจากอู่พ่นสีรถยนต์ที่มีห้องพ่นสีรถยนต์	41
4.1.2	ความเข้มข้นของตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียมในตัวอย่างบริเวณมือ (swab) ของคนงานในอู่พ่นสีรถยนต์ที่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน	46
4.1.3	ความเข้มข้นของตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียมในฝุ่นพื้นจากอู่พ่นสีรถยนต์ที่ไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน	51
4.1.4	ความเข้มข้นของตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียมในบริเวณมือ (swab) ของคนงานในอู่พ่นสีรถยนต์ที่ไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน	55
4.2	การเปรียบเทียบความเข้มข้นของตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียมในตัวอย่างฝุ่นพื้นและตัวอย่างบริเวณมือ (swab) ของคนงานในอู่พ่นสีรถยนต์ที่มีห้องพ่นสีมาตรฐานในช่วงเวลาที่มีปริมาณการเข้าใช้บริการพ่นสีรถยนต์ที่แตกต่างกัน	58
4.2.1	ผลการเปรียบเทียบความเข้มข้นของตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียมในตัวอย่างฝุ่นพื้นจากอู่พ่นสีรถยนต์ที่มีห้องพ่นสีมาตรฐานในช่วงเวลาที่มีปริมาณการเข้าใช้บริการพ่นสีรถยนต์ที่แตกต่างกัน	58

สารบัญ (ต่อ)

		หน้า
	4.2.2 ผลการเปรียบเทียบความเข้มข้นของตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียมในตัวอย่างบริเวณมือ (swab) ของคนงานในอู่พ่นสีรถยนต์ที่มีห้องพ่นสีมาตรฐานในช่วงเวลาที่มีปริมาณการเข้าใช้บริการพ่นสีรถยนต์ที่แตกต่างกัน	61
4.3	การเปรียบเทียบความเข้มข้นของตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียมในตัวอย่างฝุ่นพื้นและตัวอย่างบริเวณมือ (swab) ของคนงานในอู่พ่นสีรถยนต์ที่ไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐานในช่วงเวลาที่มีปริมาณการเข้าใช้บริการพ่นสีรถยนต์ที่แตกต่างกัน	64
	4.3.1 ผลการเปรียบเทียบความเข้มข้นของตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียมในตัวอย่างฝุ่นพื้นจากอู่พ่นสีรถยนต์ที่ไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐานในช่วงเวลาที่มีปริมาณการเข้าใช้บริการพ่นสีรถยนต์ที่แตกต่างกัน	64
	4.3.2 ผลการเปรียบเทียบความเข้มข้นของตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียมในตัวอย่างบริเวณมือ (swab) ของคนงานในอู่พ่นสีรถยนต์ที่ไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐานในช่วงเวลาที่มีปริมาณการเข้าใช้บริการพ่นสีรถยนต์ที่แตกต่างกัน	67
4.4	การเปรียบเทียบความเข้มข้นของตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียมในตัวอย่างฝุ่นพื้นและตัวอย่างบริเวณมือ (swab) ของคนงานระหว่างอู่พ่นสีรถยนต์ที่มีห้องพ่นสีรถยนต์กับอู่พ่นสีมาตรฐานที่ไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน	71
	4.4.1 ผลการเปรียบเทียบความเข้มข้นของตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียมในตัวอย่างฝุ่นพื้นระหว่างอู่พ่นสีรถยนต์ที่มีห้องพ่นสีรถยนต์กับอู่พ่นสีรถยนต์ที่ไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน	71
	4.4.2 ผลการเปรียบเทียบความเข้มข้นของตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียมในตัวอย่างบริเวณมือ (swab) ของคนงานระหว่างอู่พ่นสีรถยนต์ที่มีห้องพ่นสีมาตรฐานกับอู่พ่นสีรถยนต์ที่ไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน	73
4.5	ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถาม	76

สารบัญ (ต่อ)

		หน้า
4.5.1	ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถามของอู่พ่นสีรถยนต์ที่มีห้องพ่นสีรถยนต์	76
4.5.2	ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถามของอู่พ่นสีรถยนต์ที่ไม่มีห้องพ่นสีรถยนต์	87
บทที่ 5	**สรุปผลการทดลองและแนวทางการจัดการเพื่อลดความเสี่ยง**	**95**
5.1	ความเข้มข้นของตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียมในฝุ่นพื้นและบริเวณมือ (Swab) ของคนงานในอู่พ่นสีรถยนต์ที่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน	95
5.2	การเปรียบเทียบความเข้มข้นของตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียม ในตัวอย่างฝุ่นพื้นและตัวอย่างบริเวณมือ (swab) ของคนงานในอู่พ่นสีรถยนต์ที่มีห้องพ่นสีมาตรฐานและไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐานในช่วงเวลาที่มีปริมาณการเข้าใช้บริการพ่นสีรถยนต์ที่แตกต่างกัน	95
5.3	การเปรียบเทียบความเข้มข้นของตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียมในตัวอย่างฝุ่นพื้นและตัวอย่างบริเวณมือ (swab) ของคนงานระหว่างอู่พ่นสีรถยนต์ที่มีห้องพ่นสีมาตรฐานกับไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน	96
5.4	ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อความเข้มข้นของตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียม ในฝุ่นพื้น และบริเวณมือ (swab) ของคนงาน	97
5.5	แนวทางการจัดการเพื่อป้องกันและแก้ไขการปนเปื้อนของตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียมภายในอู่พ่นสีรถยนต์และสิ่งแวดล้อมใกล้เคียง	97
	เอกสารอ้างอิง	99
	ประวัติผู้เขียน	108
	ภาคผนวก	109

สารบัญตาราง

		หน้า
ตารางที่ 1	โลหะหนักที่จำเป็น	14
ตารางที่ 2	ความเข้มข้นของตะกั่วในตัวอย่างฝุ่นพื้นจากอู่พ่นสีรถยนต์ที่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน	42
ตารางที่ 3	ความเข้มข้นของแคดเมียมในตัวอย่างฝุ่นพื้นจากอู่พ่นสีรถยนต์ที่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน	43
ตารางที่ 4	ความเข้มข้นของโครเมียมในตัวอย่างฝุ่นพื้นจากอู่พ่นสีรถยนต์ที่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน	44
ตารางที่ 5	ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของตะกั่วในตัวอย่างบริเวณมือ (swab) ของคนงานในอู่พ่นสีที่มีมาตรฐาน	46
ตารางที่ 6	ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของแคดเมียมในตัวอย่างบริเวณมือ (swab) ของคนงานในอู่พ่นสีรถยนต์ที่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน	47
ตารางที่ 7	ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของโครเมียมในตัวอย่างบริเวณมือ (swab) ของคนงานในอู่พ่นสีรถยนต์ที่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน	48
ตารางที่ 8	ความเข้มข้นของตะกั่วในตัวอย่างฝุ่นพื้นจากอู่พ่นสีรถยนต์ที่ไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน	51
ตารางที่ 9	ความเข้มข้นของแคดเมียมในตัวอย่างฝุ่นพื้นจากอู่พ่นสีรถยนต์ที่ไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน	52
ตารางที่ 10	ความเข้มข้นของโครเมียมในตัวอย่างฝุ่นพื้นจากอู่พ่นสีรถยนต์ที่ไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน	53
ตารางที่ 11	ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานการเปรียบเทียบความเข้มข้นของตะกั่วในตัวอย่างบริเวณมือ (swab) ของคนงานในอู่พ่นสีรถยนต์ที่ไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน	55
ตารางที่ 12	ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานการเปรียบเทียบความเข้มข้นของแคดเมียมในตัวอย่างบริเวณมือ (swab) ของคนงานในอู่พ่นสีรถยนต์ที่ไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน	55
ตารางที่ 13	ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานการเปรียบเทียบความเข้มข้นของโครเมียมในตัวอย่างบริเวณมือ (swab) ของคนงานในอู่พ่นสีรถยนต์ที่ไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน	56

สารบัญตาราง (ต่อ)

		หน้า
ตารางที่ 14	ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานการเปรียบเทียบความเข้มข้นของตะกั่วในตัวอย่างฝุ่นพื้นจากอู่พ่นสีรถยนต์ที่มีห้องพ่นสีมาตรฐานในช่วงเวลาที่มีปริมาณการเข้าใช้บริการพ่นสีรถยนต์ที่แตกต่างกัน	58
ตารางที่ 15	ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานการเปรียบเทียบความเข้มข้นของแคดเมียมในตัวอย่างฝุ่นพื้นจากอู่พ่นสีรถยนต์ที่มีห้องพ่นสีมาตรฐานในช่วงเวลาที่มีปริมาณการเข้าใช้บริการพ่นสีรถยนต์ที่แตกต่างกัน	59
ตารางที่ 16	ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานการเปรียบเทียบความเข้มข้นของโครเมียมในตัวอย่างฝุ่นพื้นจากอู่พ่นสีรถยนต์ที่มีห้องพ่นสีมาตรฐานในช่วงเวลาที่มีปริมาณการเข้าใช้บริการพ่นสีรถยนต์ที่แตกต่างกัน	59
ตารางที่ 17	ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานการเปรียบเทียบความเข้มข้นของตะกั่วในตัวอย่างบริเวณมือ (swab) ของคนงานในอู่พ่นสีรถยนต์ที่มีห้องพ่นสีมาตรฐานในช่วงเวลาที่มีปริมาณการเข้าใช้บริการพ่นสีรถยนต์ที่แตกต่างกัน	61
ตารางที่ 18	ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานการเปรียบเทียบความเข้มข้นของแคดเมียมในตัวอย่างบริเวณมือ (swab) ของคนงานในอู่พ่นสีรถยนต์ที่มีห้องพ่นสีมาตรฐานในช่วงเวลาที่มีปริมาณการเข้าใช้บริการพ่นสีรถยนต์ที่แตกต่างกัน	62
ตารางที่ 19	ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานการเปรียบเทียบความเข้มข้นของโครเมียมในตัวอย่างบริเวณมือ (swab) ของคนงานในอู่พ่นสีรถยนต์ที่มีห้องพ่นสีมาตรฐานในช่วงเวลาที่มีปริมาณการเข้าใช้บริการพ่นสีรถยนต์ที่แตกต่างกัน	62
ตารางที่ 20	ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานการเปรียบเทียบความเข้มข้นของตะกั่วในตัวอย่างฝุ่นพื้นจากอู่พ่นสีรถยนต์ที่ไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐานในช่วงเวลาที่มีปริมาณการเข้าใช้บริการพ่นสีรถยนต์ที่แตกต่างกัน	64
ตารางที่ 21	ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานการเปรียบเทียบความเข้มข้นของแคดเมียมในตัวอย่างฝุ่นพื้นจากอู่พ่นสีรถยนต์ที่ไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐานในช่วงเวลาที่มีปริมาณการเข้าใช้บริการพ่นสีรถยนต์ที่แตกต่างกัน	65
ตารางที่ 22	ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานการเปรียบเทียบความเข้มข้นของโครเมียมในตัวอย่างฝุ่นพื้นจากอู่พ่นสีรถยนต์ที่ไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐานในช่วงเวลาที่มีปริมาณการเข้าใช้บริการพ่นสีรถยนต์ที่แตกต่างกัน	66

สารบัญตาราง (ต่อ)

		หน้า
ตารางที่ 23	ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานการเปรียบเทียบความเข้มข้นของตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียมในตัวอย่างบริเวณมือ (swab) ของคนงานในอู่พ่นสีรถยนต์ที่ไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐานในช่วงเวลาที่มีปริมาณการเข้าใช้บริการพ่นสีรถยนต์ที่แตกต่างกัน	67
ตารางที่ 24	ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานการเปรียบเทียบความเข้มข้นของแคดเมียม ตัวอย่างบริเวณมือ (swab) ของคนงานในอู่พ่นสีรถยนต์ที่ไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐานในช่วงเวลาที่มีปริมาณการเข้าใช้บริการพ่นสีรถยนต์ที่แตกต่างกัน	68
ตารางที่ 25	ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานการเปรียบเทียบความเข้มข้นของโครเมียม ตัวอย่างบริเวณมือ (swab) ของคนงานในอู่พ่นสีรถยนต์ที่ไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐานในช่วงเวลาที่มีปริมาณการเข้าใช้บริการพ่นสีรถยนต์ที่แตกต่างกัน	69
ตารางที่ 26	ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานการเปรียบเทียบความเข้มข้นของตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียมในตัวอย่างฝุ่นพื้นระหว่างอู่ พ่นสีรถยนต์ที่มีห้องพ่นสีมาตรฐานกับไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน	71
ตารางที่ 27	ผลการเปรียบเทียบความเข้มข้นของตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียมในตัวอย่างบริเวณมือ (swab) ของคนงานระหว่างอู่พ่นสีรถยนต์ที่มีห้องพ่นสีมาตรฐานกับไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน	73
ตารางที่ 28	ข้อมูลทั่วไปของคนงานในอู่พ่นสีรถยนต์ที่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน	77
ตารางที่ 29	ข้อมูลด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมในการทำงานของอู่พ่นสีรถยนต์ที่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน	79
ตารางที่ 30	ข้อมูลด้านสุขวิทยาส่วนบุคคลของคนงานในอู่พ่นสีรถยนต์ที่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน	81
ตารางที่ 31	ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อความเข้มข้นของตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียม ในตัวอย่างบริเวณมือ (swab) ของคนงานของอู่พ่นสีรถยนต์ที่ได้รับมาตรฐาน	86
ตารางที่ 32	ข้อมูลทั่วไปของคนงานในอู่พ่นสีรถยนต์ที่ไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน	87
ตารางที่ 33	ข้อมูลด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมในการทำงานของอู่พ่นสีรถยนต์ที่ไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน	89
ตารางที่ 34	ข้อมูลด้านสุขวิทยาส่วนบุคคลของคนงานในอู่พ่นสีรถยนต์ที่ไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน	91

สารบัญตาราง (ต่อ)

		หน้า
ตารางที่ 35	ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อความเข้มข้นของตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียม ในตัวอย่างบริเวณมือ (swab) ของคนงานของอู่พ่นสีรถยนต์ที่ไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน	94

สารบัญรูป

		หน้า
รูปที่ 1	กระบวนการพ่นสีรถยนต์	7
รูปที่ 2	สถานประกอบการพ่นสีรถยนต์ในจังหวัดสงขลา	12
รูปที่ 3	ตัวอย่างห้องพ่นสีชนิด water-wash spray booth	13
รูปที่ 4	แผนผังเข้าสู่ร่างกายของโลหะหนักและการกำจัดโลหะหนักออกสู่ร่างกาย	15
รูปที่ 5	การเก็บตัวอย่างฝุ่นพื้นบนพื้นที่ขนาด 0.1 ตารางเมตร	34
รูปที่ 6	การเก็บผ้าเช็ดทำความสะอาดผิวแบบเปียก (moist wipes)	34
รูปที่ 7	การเติมกรดไนตริกเข้มข้น (conc.HNO_3) ในตัวอย่าง	36
รูปที่ 8	การเติมกรดเปอร์คลอริก ($HClO_4$) ในตัวอย่าง	37
รูปที่ 9	การกรองสารสารละลายตัวอย่างด้วยกระดาษกรองสาร	37
รูปที่ 10	การเตรียมสารละลายที่ได้เพื่อวิเคราะห์หาปริมาณตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียม โดยใช้เครื่อง ICP-OES รุ่น optima 4300 DV	38

สารบัญภาพ

		หน้า
ภาพที่ 1	จุดเก็บตัวอย่างฝุ่นพื้นในอู่พ่นสีรถยนต์ที่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน	31
ภาพที่ 2	จุดเก็บตัวอย่างฝุ่นพื้นในอู่พ่นสีรถยนต์ที่ไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน	32

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของงานวิจัย

ความเจริญก้าวหน้าของประเทศไทยทั้งด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี อุตสาหกรรม เศรษฐกิจ และพาณิชยกรรม ได้ก่อให้เกิดปัญหาการปนเปื้อนของสารมลพิษต่างๆ ในสิ่งแวดล้อม จนกลายเป็นปัญหาที่สำคัญของเมืองขนาดใหญ่และพื้นที่พัฒนาที่มีการขยายตัวอย่างรวดเร็วของเมืองอุตสาหกรรม ปัญหามลพิษสิ่งแวดล้อมโดยเฉพาะอย่างยิ่งการปนเปื้อนของโลหะหนักเป็นปัญหาที่นับวันจะทวีความรุนแรง โดยจะพบว่าทั้งปริมาณโลหะหนักที่ปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อมและจำนวนผู้ป่วยที่ได้รับพิษสารโลหะหนักมีเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง (กรมควบคุมมลพิษ, 2552; แสงโฉม ศิริพาณิช และพรรณนภา เหมือนผึ้ง, 2552) แม้แต่ในกลุ่มเด็กอายุต่ำกว่า 15 ปี พบว่า การได้รับพิษจากโลหะหนักมีแนวโน้มสูงขึ้นเนื่องจากการได้รับสัมผัสจากสิ่งแวดล้อมที่พักอาศัย หรือได้รับจากการทำงานของบิดา มารดาที่รับงานมาทำที่บ้าน เช่น การทาสี และงานเซรามิค รวมทั้งการติดตามบิดา มารดาไปทำงานรับจ้างในโรงงานที่เกี่ยวข้องกับสารตะกั่ว (แสงโฉม ศิริพาณิช และพรรณนภา เหมือนผึ้ง, 2552) นอกจากนี้ยังพบว่า ร้อยละ 71.01 ของพนักงานที่ปฏิบัติงานในสถานประกอบการเคาะพ่นสีรถยนต์ในจังหวัดเชียงใหม่ ได้รับฝุ่นละอองที่มีการปนเปื้อนของตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียมจากการพ่นสีรถยนต์เข้าสู่ร่างกายและก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพ (ณัฏฐนันท์ ยอดวงศ์, 2554)

อุตสาหกรรมผลิตสีรถยนต์นิยมใช้โลหะหนักประเภทตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียม เป็นส่วนประกอบด้วยคุณสมบัติที่พึงประสงค์หลายประการ เช่น สารตะกั่วถูกนำมาใช้เพื่อทำให้สีมีความคงทน สวยงาม และช่วยในการปรับปรุงคุณสมบัติการแห้งของสีน้ำมันให้ได้ตามต้องการ, สีแดงของตะกั่วออกไซด์ (Red Lead) ซึ่งมีส่วนผสมของตะกั่วเตตระออกไซด์ (Pb_3O_4) ถูกนำมาใช้เป็นสีทารองพื้นกันการกัดกร่อนหรือทาโลหะกันสนิม (อรอุษา สรวารี, 2542), ตะกั่วแดง (Red Lead, Pb_3O_4) ใช้เป็นสีรองพื้นเพื่อกันการกันกร่อนในเหล็ก, แคดเมียมใช้ผสมสีในอุตสาหกรรมเม็ดสี เช่น สีอีนาเมล (สำนักงานคณะกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2532) ส่วนโครเมียมได้ถูกนำมาใช้ในอุตสาหกรรมสีรองพื้นซิงค์โครเมต และยังเป็นส่วนผสมในสีพ่นสีรถยนต์เพื่อให้รถยนต์มีความเงาแวววาว (สำนักวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2552)

จังหวัดสงขลามีอู่พ่นสีรถยนต์ทั้งหมด 93 แห่ง (กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2555) ส่วนใหญ่เป็นอู่พ่นสีรถยนต์ขนาดเล็ก (74.14 %) และบางแห่งก็ไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน ซึ่งอู่พ่นสีรถยนต์ขนาดเล็กเหล่านี้ไม่มีการจัดการด้านสิ่งแวดล้อมและอาชีวอนามัย ตลอดจนไม่มีมาตรการควบคุมป้องกัน

อันตรายที่อาจจะเกิดขึ้นในอู่พ่นสีรถยนต์ หรือมาตรการควบคุมป้องกันการแพร่หรือฟุ้งกระจายของละอองสีไปทั่วบริเวณอู่พ่นสีรถยนต์รวมทั้งบ้านประชาชนใกล้เคียง ซึ่งในสีพ่นสีรถยนต์นี้จะมีส่วนผสมของโลหะหนักหลายชนิดรวมทั้งตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียม ถ้าหากการจัดการของอู่พ่นสีรถยนต์ไม่มีประสิทธิภาพแล้วอาจจะก่อให้เกิดการปนเปื้อนของโลหะหนักภายในสิ่งแวดล้อมการทำงานและแพร่กระจายออกสู่สิ่งแวดล้อมภายนอกได้ นอกจากนี้ พฤติกรรมของคนงาน เช่น การไม่สวมถุงมือในขณะปฏิบัติงานหรือพ่นสีรถยนต์ และการสูบบุหรี่โดยไม่มีการล้างมือ อาจทำให้คนงานได้รับฝุ่นที่มีการปนเปื้อนโลหะหนักจากการพ่นสีรถยนต์เข้าสู่ร่างกาย (เจริญศักดิ์ งามไตรไร, 2545) ซึ่งเมื่อโลหะหนักเหล่านี้เข้าสู่ร่างกายเป็นจำนวนมากก็จะเกิดผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของคนงานต่อไปในอนาคต (วิทยา อยู่สุข, 2549)

เมื่อมนุษย์ได้รับตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียมที่ปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อมและอาหารเข้าสู่ร่างกาย จะก่อให้เกิดอาการเป็นพิษแบบเฉียบพลันหรือเรื้อรัง และแสดงอาการต่างๆ ในระยะเวลาต่อมา ยกตัวอย่างเช่น ตะกั่วทำให้เกิดอาการกล้ามเนื้ออ่อนแรง ทำลายเนื้อเยื่อสมอง ไตพิการ และกล้ามเนื้อหัวใจอักเสบ แคดเมียมทำให้เกิดความเป็นพิษต่อกระดูก กระดูกพรุน โค้งงอ และกระดูกหัก ระบบการทำงานของไตและตับล้มเหลว และอาจทำให้เสียชีวิตได้ ส่วนโครเมียมหากเมื่อได้รับในปริมาณ 1-3 กรัม อาจเกิดอาการหายใจไม่ออก หอบหืด เกิดภาวะไตล้มเหลว และอาจเสียชีวิตได้ (กรมควบคุมมลพิษ, 2551a; กองมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อม, 2530; อรวรรณ พู่พิสุทธิ์ และศุลีพร แสงกระจ่าง, 2553; วิทยา อยู่สุข, 2549; นันทวรรณ วิจิตรวาทการ,2536; Babu *et al*., 2007)

ฝุ่นพื้นเป็นตัวกลางสิ่งแวดล้อมที่มีความสำคัญ เพราะสามารถบ่งบอกให้ทราบถึงข้อมูลเกี่ยวกับปริมาณ, การแพร่กระจาย ตลอดจนความเป็นไปของสารปนเปื้อนที่ปรากฏอยู่ในสิ่งแวดล้อมพื้นผิว (Leung *et al*., 2008) ฝุ่นพื้นยังเป็นตัวบ่งชี้ถึงการปนเปื้อนของมลสารต่างๆ รวมทั้งโลหะหนักในบรรยากาศ เนื่องจากองค์ประกอบของสารอนุภาคที่แขวนลอยอยู่ในอากาศจะมีความคล้ายคลึงกับองค์ประกอบของฝุ่นที่ตกลงสู่พื้น (Akhter and Madany, 1993) นอกจากนี้ปริมาณและองค์ประกอบธาตุของฝุ่นพื้นยังสะท้อนให้เห็นถึงลักษณะของกิจกรรมระยะสั้นและระยะยาวที่เกิดขึ้นในพื้นที่หนึ่งๆ ได้ (Banerjee, 2003)

ด้วยเหตุผลดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาความเข้มข้นของตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียมในฝุ่นพื้นและบริเวณมือ (swab) ของคนงานในอู่พ่นสีรถยนต์ที่มีห้องพ่นสีมาตรฐานและไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน รวมทั้งสำรวจปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมในอู่พ่นสีรถยนต์และปัจจัยด้านสุขวิทยาส่วนบุคคลของคนงานในอู่พ่นสีรถยนต์ที่มีผลต่อการปนเปื้อนของตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียมในสิ่งแวดล้อมการทำงานและการได้รับโลหะหนักดังกล่าวเข้าสู่ร่างกาย ซึ่งผลที่ได้จะเป็นประโยชน์ทั้งในทางตรงต่อคนงานและประชาชนที่อาศัยอยู่ใกล้เคียง และในทางอ้อมต่อหน่วยงานภาครัฐทั้งใน

ส่วนกลาง ส่วนภูมิภาค และส่วนท้องถิ่นที่เกี่ยวข้อง นอกจากนี้ หน่วยงานระดับนโยบายของประเทศยังสามารถนำข้อมูลจากงานวิจัยนี้ไปใช้เป็นแนวทางในการกำหนดมาตรการแก้ไขปัญหาการปนเปื้อนของโลหะหนักในสิ่งแวดล้อมการทำงานได้

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาความเข้มข้นของตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียมในฝุ่นพื้นของอู่พ่นสีรถยนต์และบริเวณมือ (swab) ของคนงานในอู่พ่นสีรถยนต์ที่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน และไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐานในจังหวัดสงขลา

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

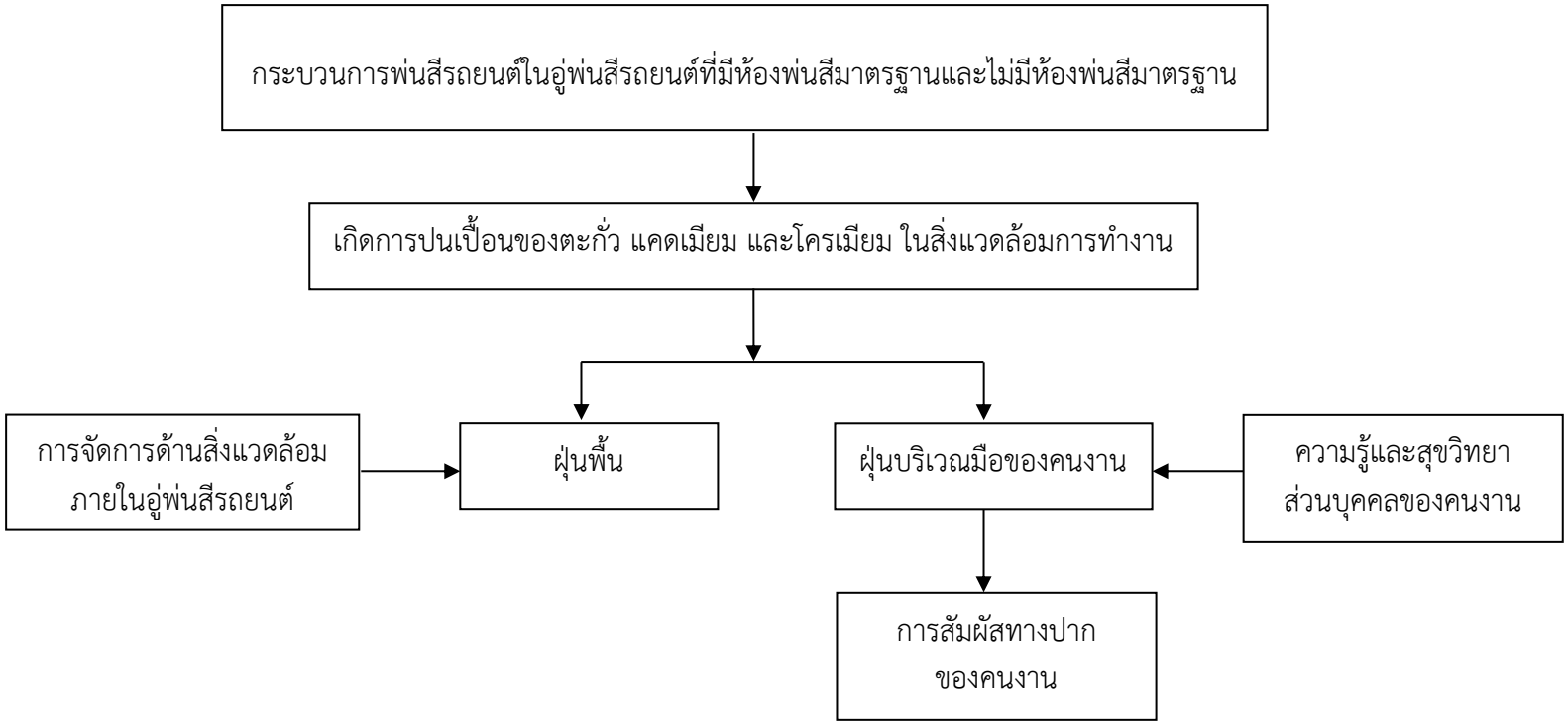
สามารถใช้เป็นแนวทางในการจัดการการปนเปื้อนของตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียมในอู่พ่นสีรถยนต์ทั้งมีห้องพ่นสีที่ได้มาตรฐาน ไม่มีห้องพ่นสีที่ได้มาตรฐาน และสิ่งแวดล้อมใกล้เคียง รวมทั้งการจัดการด้านอาชีวอนามัยและสุขอนามัยส่วนบุคคลของคนงานในอู่พ่นสีรถยนต์ทั้งที่มีห้องพ่นสีมาตรฐานและไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน

1.4 ขอบเขตการวิจัย

1.4.1 ดำเนินการเก็บตัวอย่างฝุ่นพื้นและบริเวณมือ (swab) ของคนงานในอู่พ่นสีรถยนต์ที่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน ทำการเก็บตัวอย่าง จำนวน 3 ครั้ง โดยแบ่งตามปริมาณการเข้าใช้บริการพ่นสีรถยนต์จำนวนมาก (71 - 80 คัน/เดือน) จำนวนปานกลาง (61 - 70 คัน/เดือน) และจำนวนน้อย (50 - 60 คัน/เดือน) คือ เดือนพฤษภาคม เดือนเมษายน และเดือนมีนาคม ปี พ.ศ. 2558 ตามลำดับ โดยข้อมูลจำนวนรถที่เข้าใช้บริการได้จากข้อมูลการเข้าใช้บริการ ปีพ.ศ. 2557 ตามไตรมาสของบริษัท ซึ่งในการเก็บตัวอย่างแต่ละครั้ง มีการเก็บข้อมูลทั่วไป ข้อมูลด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมในอู่พ่นสีรถยนต์ และข้อมูลด้านสุขวิทยาส่วนบุคคลของคนงานควบคู่ไปด้วยทุกครั้ง

1.4.2 ดำเนินการเก็บตัวอย่างฝุ่นพื้นและบริเวณมือ (swab) ของคนงานในอู่พ่นสีรถยนต์ที่ไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน ทำการเก็บตัวอย่าง จำนวน 3 ครั้ง โดยแบ่งตามปริมาณการเข้าใช้บริการพ่นสีรถยนต์จำนวนมาก (11 - 15 คัน/เดือน) จำนวนปานกลาง (5 - 10 คัน/เดือน) และจำนวนน้อย (น้อยกว่า 5 คัน/เดือน) คือ เดือนมีนาคม เดือนเมษายน และเดือนพฤษภาคม ปี พ.ศ. 2558 ตามลำดับ โดยข้อมูลจำนวนรถที่เข้าใช้บริการได้จากข้อมูลการเข้าใช้บริการปี พ.ศ. 2557 ตามไตรมาสของบริษัท ซึ่งในการเก็บตัวอย่างแต่ละครั้ง มีการเก็บข้อมูลทั่วไป ข้อมูลด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมในอู่พ่นสีรถยนต์ และข้อมูลด้านสุขวิทยาส่วนบุคคลของคนงานควบคู่ไปด้วยทุกครั้ง

1.5 กรอบแนวคิดการวิจัย



บทที่ 2
การตรวจเอกสาร

2.1 ส่วนประกอบของสีพ่นรถยนต์ ประกอบด้วย

1) เม็ดสี ผงสี หรือรงควัตถุ (pigment) เป็นสารที่ทำหน้าที่ในการปกปิดพื้นผิว และทำให้เกิดสีสันต่างๆ เช่น สีดำ สีแดง สีเหลือง สีเขียว หรืออาจใช้ป้องกันสนิมได้ด้วย

2) สารยึด (binder) ทำหน้าที่เป็นตัวยึดเกาะของส่วนประกอบอื่นๆ ของสีเมื่อสีแห้งตัวลง สารยึดจะเกาะตัวเข้าด้วยกันเกิดเป็นฟิล์มขึ้น ซึ่งสารยึดที่ใช้เป็นสีประเภทโพลียูลีเทน ซึ่งมีคุณสมบัติความทนทานต่อสารเคมี มีความเงา ทนต่อความชื้น

3) ตัวทำละลาย (solvent) ทำหน้าที่ช่วยให้ผงสีและสารยึดกระจายตัวเข้าเป็นเนื้อเดียวกัน และยังทำหน้าที่เจือจางหรือปรับความข้นเหลวของสีให้เหมาะสมต่อการใช้งาน

4) สารเติมแต่ง (additives) เป็นส่วนประกอบที่ทำหน้าที่เพิ่มคุณสมบัติ หรือลดข้อบกพร่องของสี เช่น ช่วยทำให้ฟิล์มเรียบ ช่วยป้องกันรังสีต่างๆ และช่วยป้องกันการแยกตัวของผงสีและสารยึด เป็นต้น (สำนักวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2552)

2.2 ประเภทของสีพ่นรถยนต์มี 3 ประเภท ดังนี้

1) สีชนิด 1 k หรือ สีระบบ 1 องค์ประกอบ (1 component) คือ ประกอบด้วยส่วนของตัวสีเพียงอย่างเดียว เมื่อมีการใช้งานจะต้องนำผสมกับสารตัวทำละลาย เช่น ทินเนอร์เพื่อให้สะดวกต่อการใช้งานมากขึ้น แต่ตัวทำละลายที่นำมาผสมนี้ จะไม่นับเป็นองค์ประกอบ เนื่องจากทำละลายจะระเหยออกไปจนหมดหลังการใช้งานเหลือเพียงฟิล์มสีที่แห้งตัวแล้วเท่านั้นสี 1 k มีหลายชนิด เช่น

สี 1k ซินเทติกอีนาเมล หรือสีน้ำมัน เป็นสี 1k แบบแห้งช้า ซึ่งการแห้งตัวโดยการทำปฏิกิริยากับออกซิเจนในอากาศ

สี 1k ไนโตรเซลลูโลส เป็นสี 1k แบบแห้งตัวเร็ว ซึ่งการแห้งตัวโดยการระเหยของตัวทำละลาย เช่น ทินเนอร์ (physical drying)

สี 1k อะคริลิค เป็นสี 1k แบบแห้งตัวเร็ว ซึ่งการแห้งตัวโดยการระเหยของตัวทำละลาย เช่น ทินเนอร์ (physical drying)

2) สีชนิด original equipment manufacturer (OEM) คือ สีที่ใช้ในโรงงานประกอบรถยนต์ สีชนิดนี้มีเพียงองค์ประกอบเดียว ซึ่งในการใช้งานต้องมีสารละลายอื่นมาผสมกับตัวทำลายเพื่อความสะดวกในการใช้งานมากขึ้น สีชนิดนี้จะมีคุณสมบัติแห้งตัวโดยการอบที่อุณหภูมิสูงประมาณ 120-160 องศาเซลเซียส จึงมีเรียกชื่ออีกอย่างหนึ่งว่า สีอบ (high bake paint) หลังจากสีแห้งตัวแล้ว

จะมีฟิล์มสีที่มีคุณภาพดีมาก มีความแข็งแรงของชั้นฟิล์มสีสูง มีความทนทานต่อตัวทำละลาย เช่น ทินเนอร์ น้ำมันเบนซิน น้ำมันดีเซล สารเคมีต่างๆ นอกจากนี้สีชนิด OEM ยังสามารถยึดเกาะกับผิวรถได้ดี มีความเงางาม สามารถทนทานต่อแสงแดดได้ดี

3) สีชนิด 2k หรือ สี 2 องค์ประกอบ (2 component) คือ ประกอบด้วยส่วนของตัวสี ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่ 1 กับตัวเร่งปฏิกิริยา (hardener หรือ activator) ตัวเร่งปฏิกิริยาที่ใช้เป็นสารประเภทไอโซไซยาเนท (isocyanate) ส่วนองค์ประกอบที่ 2 ก่อนไปใช้งานต้องนำทั้ง 2 องค์ประกอบมาผสมกันตามอัตราส่วนที่เหมาะสมเพื่อให้เกิดการทำปฏิกิริยาทางเคมี ซึ่งจะทำให้สีเกิดการแห้งตัว (chemical drying) สี 2k มี 2 ชนิด คือ สี 2k แบบอีพ็อกซี่ และสี 2k แบบโพลียูรีเทน

โดยทั่วไปอู่พ่นสีรถยนต์ จะเลือกใช้สีได้เพียง 2 แบบเท่านั้น คือสี 1k และ 2k เท่านั้น ไม่สามารถนำสีชนิด OEM มาใช้ได้ เนื่องจากต้องใช้อุณหภูมิสูงมากในการอบสีให้แห้ง (สำนักวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2552)

2.3 กระบวนการพ่นสีรถยนต์

กระบวนการพ่นสีรถยนต์ในอู่พ่นสีรถยนต์ มีขั้นตอนสำคัญอยู่ 4 ขั้นตอน (รูปที่ 2) คือ

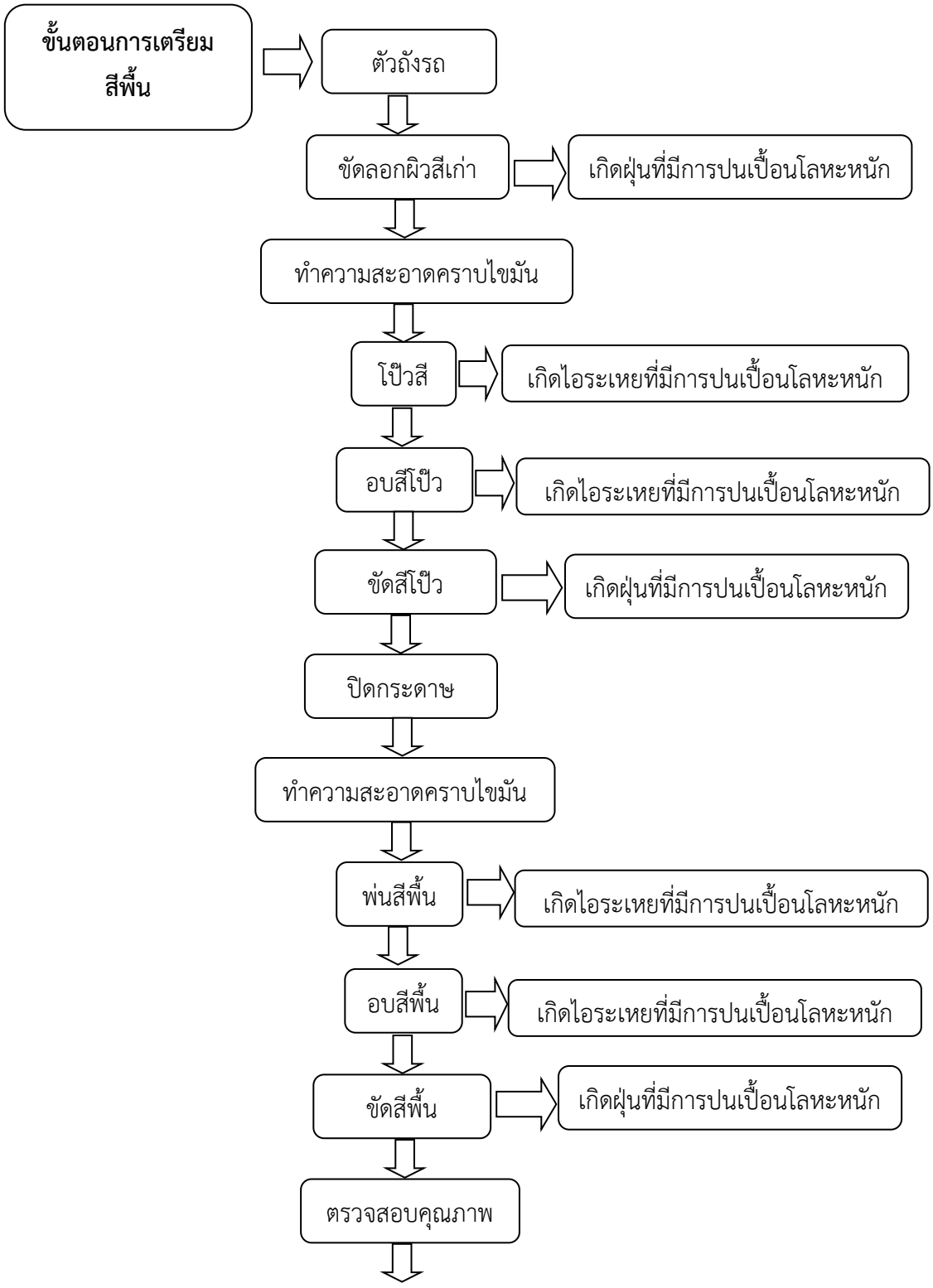
1) ขั้นตอนการเตรียมสีพื้น ได้แก่ ขั้นตอนขัดลอกสีเก่า โป๊วสี อบสีโป๊ว ขัดสีโป๊ว อบสีโป๊ว พ่นสีพื้น อบสีพื้น และขัดสีพื้น

2) ขั้นตอนการผสมสี ได้แก่ ขั้นตอนชั่งสี/ผสมสี พ่นเทียบสี และปรับแต่งสี

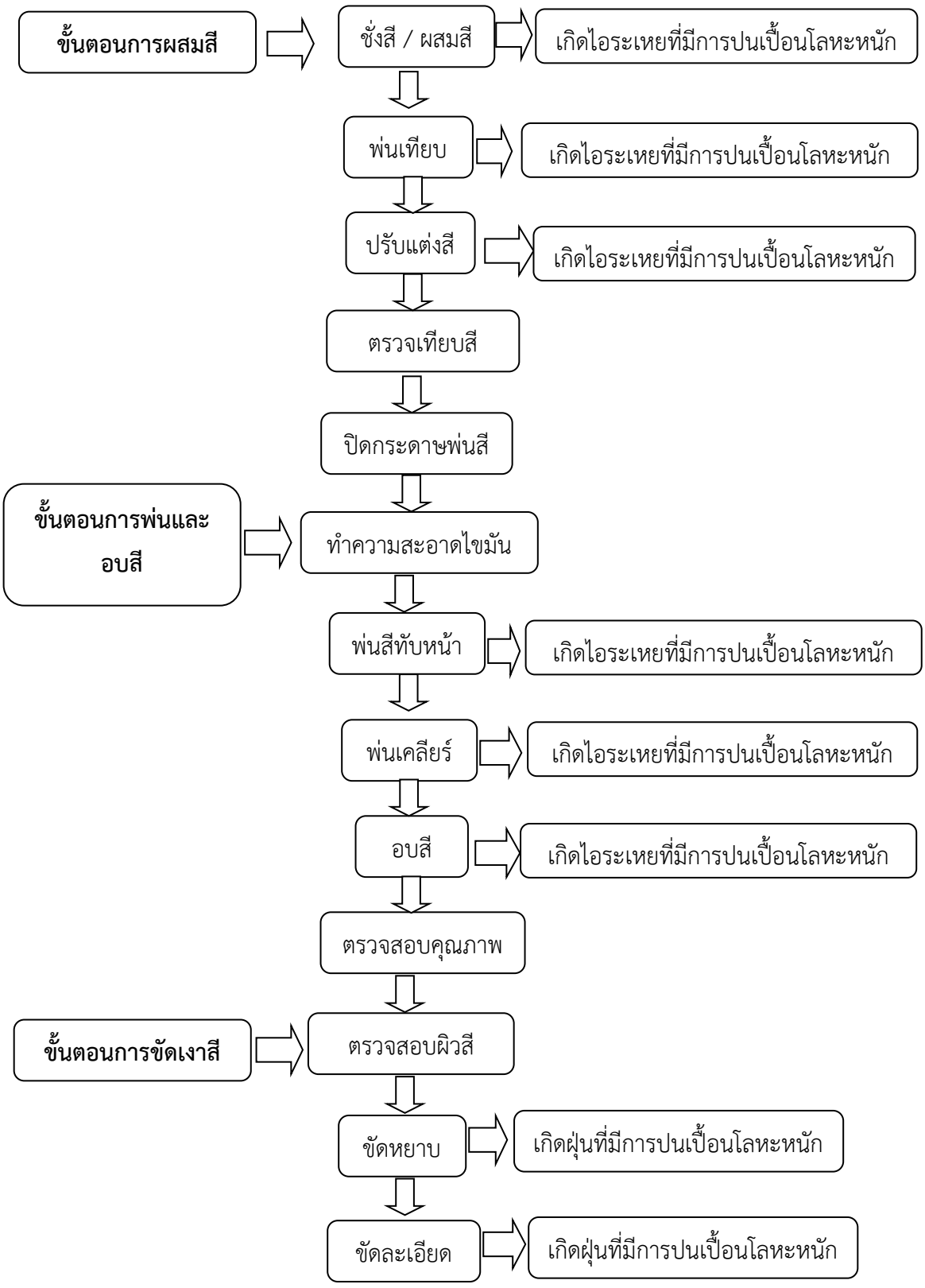
3) ขั้นตอนพ่นและอบสี ได้แก่ ขั้นตอนพ่นสีทับหน้า พ่นเครียร์ และอบสี

4) ขั้นตอนขัดเงาสี ได้แก่ ขั้นตอนขัดหยาบ และขัดละเอียด

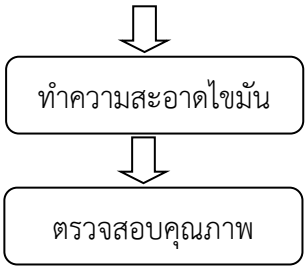
ซึ่งกระบวนการพ่นสีรถยนต์ทั้ง 4 ขั้นตอนนี้ จะมีการปล่อยไอระเหยและฝุ่นที่มีการปนเปื้อนของตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียมออกมาในสิ่งแวดล้อม ดังแสดงไว้ในรูปที่ 1



รูปที่ 1 กระบวนการพ่นสีรถยนต์



รูปที่ 1 กระบวนการพ่นสีรถยนต์ (ต่อ)



รูปที่ 1 กระบวนการพ่นสีรถยนต์ (ต่อ)
ที่มา: ดุษฎี หมื่นห่อ (2542)

2.4 การลอกฟิล์มสีเก่า

การลอกฟิล์มสีเก่าเป็นวิธีการที่จะเข้าถึงแก่นของแผ่นวัตถุหรือชิ้นงาน และช่วยป้องกันการเกิดสนิมในอนาคต และทำให้การเกาะตัวของชั้นสีดีเยี่ยม การลอกฟิล์มสีเก่ามีหลายวิธี เช่น

1) การขัดกระดาษทรายด้วยมือ (hand sanding) การขัดกระดาษทรายด้วยมือเป็นวิธีการหนึ่งที่จะลอกสีเดิมออกจากรถได้ ซึ่งวิธีการนี้นิยามลอกฟิล์มสีรถบางส่วนเท่านั้น

2) การขัดกระดาษทรายด้วยเครื่องขัดกระดาษทราย (disc grinder) การใช้เครื่องขัดกระดาษทรายขัดลอกฟิล์มสีเก่าออกในครั้งแรกให้ใช้กระดาษทรายกลมขนาดเบอร์ 16 เป็นเบอร์ที่มีเม็ดทรายห่างขัดก่อนโดยให้หน้ากระดาษทรายทำมุมกับผิวงานโลหะแล้วขัดให้ทั่วบริเวณโดยการขัดเคลื่อนที่ไปหน้าและถอยหลัง เพื่อเอาสีเดิมออกจากโลหะแล้วตามด้วยกระดาษทรายขนาดเบอร์ 50 ซึ่งเป็นเบอร์ที่มีเม็ดทรายมาก ขัดให้ทั่วบริเวณเบาๆ เพื่อให้งานสะอาดขึ้น จากนั้นใช้กระดาษทรายขนาดเบอร์ 150 เพื่อให้งานเรียบและกลมกลืนกับเนื้อโลหะ

3) การน้ำยาลอกสี (paint remover) การใช้น้ำยาลอกสีส่วนใหญ่ใช้ลอกสีรถทั้งคันไม่นิยมใช้เพราะมีราคาแพง ตามปกติจะใช้น้ำยาลอกสีแล้วตามด้วยการขัดด้วยกระดาษทรายขนาดเบอร์ 50 เป็นเม็ดหยาบเพื่อให้เกิดเป็นแผลหยาบๆ โดยทั่วไปจะใช้แปรงชุบน้ำยาทาบนตัวรถไปทางเดียวกัน แล้วปล่อยทิ้งไว้จนเกิดเป็นสีย่นๆพอง แล้วจึงขูดสีนั้นออก ล้างทำความสะอาด ทิ้งไว้ให้แห้งแล้วจึงทาน้ำยาลอกสีใหม่จนไม่มีสีเก่าเหลืออยู่

4) การใช้ด่างร้อน (hot caustic paint stripper) การใช้ด่างร้อนๆ เป็นการใช้โซดาไฟเป็นส่วนผสมพ่นไปยังตัวรถเฉพาะส่วนที่ต้องการลอก หลักจากพ่นโซดาไฟแล้วทิ้งไว้รอให้เกิดปฏิกิริยาจะทำให้ฟิล์มสีลอกออก ล้างด้วยน้ำสะอาด เป่าให้แห้งสนิท

5) การใช้เครื่องเป่าทราย (sand blast) การใช้เครื่องเป่าทราย สามารถใช้ได้กับทุกชนิด มีความสะดวก รวดเร็ว และมีประโยชน์มากในการที่จะลอกสีและขัดสนิมออกจากงานนั้น เมื่อเป่าทรายแล้วควรทิ้งให้แห้งและสะอาด หลังจากการใช้เครื่องเป่าทรายแล้ว ให้พ่นสีพื้นได้ทันทีหากทิ้งไว้ค้างคืนจะทำให้เกิดสนิมได้

2.5 การโป๊วสี (body filling)

การโป๊วสีลงบนตัวรถยนต์ เพื่อทำการปกปิด หรืออุดรอยบุบ รอยขีดข่วนของตัวรถ เพื่อให้ผิวรถมีผิวที่เรียบ สีที่ใช้สำหรับโป๊วรถยนต์แบ่งเป็น 2 ชนิด คือ

1) สีโป๊วชนิดพลาสติก (plastic body filler) จะใช้ซ่อมแซมตัวรถในกรณีที่ตัวรถเป็นรู มีรอยฉีกขาด หรือส่วนที่เป็นสนิม

2) สีโป๊วชนิดโพลีเอสเตอร์ (polyester putty) จะมีลักษณะเป็นสารเหนียวมีโพลีเอสเตอร์ชนิดไม่อิ่มตัว (unsaturated polyester) เป็นหลัก ซึ่งจะถูกทำให้แข็งตัวด้วยสารแข็งตัว

2.6 การพ่นสีรองพื้น (under coat application)

การพ่นสีรองพื้นมีวัตถุประสงค์เพื่อกลบรอยเล็กๆ น้อยๆ ช่วยปรับสภาพผิวงานให้เรียบยิ่งขึ้น และเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเกาะตัวของสีกับผิวโลหะ และช่วยให้การเกาะตัวระหว่างสีรองพื้นกับสีทับหน้ามีความคงทนยิ่งขึ้น การพ่นสีเป็นกระบวนการทางกายภาพและเคมี เป็นกรรมวิธีที่ทำให้สีติดทนนานบนตัวรถ เช่น การใช้เครื่องอัดอากาศ ปืนพ่นสี และท่อต่อ สีที่ใช้มีหลายประเภท เช่น แลคเกอร์, สีอีนาเมล และสีพื้นชนิดใส เป็นต้น (พงษ์ศักดิ์ บุญธรรมกุล, 2549)

2.7 การพ่นสีรถยนต์หรือสีทับหน้า (top coat or color coat)

การพ่นสีรถยนต์หรือสีทับหน้า เป็นการพ่นสีครั้งสุดท้าย เพื่อเพิ่มความสวยงาม (beauty) ความทนทาน (durability) ให้แก่รถยนต์ที่ทำการพ่น สีพ่นรถยนต์แต่ละชนิดจะมีอิทธิพลเกี่ยวกับรูปร่างของรถยนต์มาก เพราะสีบางชนิดพ่นรถยนต์ใหญ่ได้สวยงาม แต่เมื่อมาพ่นกับรถยนต์อีกรุ่นหนึ่งก็อาจไม่เหมาะสมได้ ดังนั้นควรเลือกสีที่เหมาะสมกับรถยนต์ สีพ่นรถยนต์แบ่งออกเป็น 2 ชนิด ดังนี้

1) สีพ่นรถยนต์ชนิดแห้งเร็วหรือสีแลคเกอร์ (lacquer) เป็นสีพ่นรถยนต์ทับหน้าครั้งสุดท้าย เพื่อให้เกิดความสวยงาม ความทนทาน สีชนิดนี้มีคุณสมบัติแห้งเร็วซึ่งมีส่วนประกอบของทินเนอร์เป็นตัวทำละลาย สีจะแห้งหลังพ่นสีรถยนต์ไปแล้วประมาณ 2-3 ชั่วโมง สีพ่นรถยนต์ชนิดแห้งเร็วสามารถแบ่งออกได้เป็น

1.1) สีพ่นรถยนต์ชนิดไนโตรเซลลูโลส แลคเกอร์ (nitro cellulose lacquer) หรือบางครั้งเรียกเซลลูโลสไนเตรท ซึ่งมีส่วนผสมของไนโตรเซลลูโลส เป็นสีพ่นแห้งเร็วที่นิยมใช้กันมาก มีคุณสมบัติทำให้สีแห้งเร็ว ใช้งานได้ง่าย สีผิวทนทานสวยงาม และมีราคาถูก แต่สีชนิดนี้จะเกิดรอยขีดข่วนได้ง่าย

1.2) สีพ่นรถยนต์ชนิดอะคริลิก แลคเกอร์ (acrylic lacquer) เป็นสีพ่นรถยนต์ที่แห้งเร็วชนิดหนึ่ง บางครั้งเรียกสีอะคริลิก เรซิน (acrylic resin) ซึ่งรู้จักในชื่อการค้า เช่น เพลคซิกล๊าส (plexiglas) ลูไซด์ (lucite) และโพลีกล๊าส (polyglas) เป็นต้น สีอะครีลิคแลคเกอร์นิยมใช้มากกว่าสีพ่น

รถยนต์ชนิดไนโตรเซลลูโลส แลคเกอร์ เพราะทนทานต่อความชื้น ทำให้สีมีอายุการใช้งานได้ยาวนาน ใช้งานง่าย และเมื่อพ่นสีผิวหน้าจะทำให้ตัวชิ้นงานมีความเรียบเนียนกว่า

2) สีพ่นรถยนต์ชนิดแห้งช้า หรือสีอีนาเมล (enamel) เป็นสีพ่นรถยนต์ครั้งสุดท้าย เพื่อให้เกิดความสวยงาม มีความทนทานสูง สีประเภทนี้จะใช้ฮาร์ดเดนเนอร์ซึ่งเป็นสารช่วยให้เกิดการแข็งตัวกับตัวทำละลาย คือ ทินเนอร์ผสมให้เจือจาง ลักษณะการแห้งของสีจะใช้ปฏิกิริยาของตัวเร่งหรือฮาร์ดเดนเนอร์โดยตัวทำละลายจะลดรูปออกซิเจนจะระเหยออกจากเนื้อสี จากนั้นสีที่เหลือจะเกิดจากการเพิ่มออกซิเจน โดยการดูดซับออกซิเจนในอากาศเข้าไปในเนื้อสีทำให้เกิดเป็นฟิล์มสีเกาะติด และเคลือบชิ้นงาน สีจะแห้งหลังจากการพ่นรถยนต์ประมาณ 24 ชั่วโมง และแห้งสนิทภายใน 3 เดือน แต่หากเข้าห้องอบความร้อนสีจะแห้งภายใน 30 นาที สีพ่นรถยนต์ชนิดแห้งช้ามี 3 ชนิด คือ

2.1) สีแห้งช้าแอลคิด (alkyd Resin) บางครั้งเรียกอัลคิด เรซิน หรือเรียกสีสังเคราะห์แห้งช้า เมื่อพ่นสีเสร็จจะเกิดความเงางาม (Gloss) ขึ้นเอง ซึ่งคุณสมบัติทางกายภาพทั่วไปจะมีความทนทานประมาณ 2-4 ปี ดังนั้นสีแอลคิดจึงเป็น nonoxidizing ซึ่งจัดอยู่ในประเภทเทอร์โมเซตติ้ง (thermosetting) การพ่นสีชนิดนี้ต้องพ่นในห้องที่ปราศจากฝุ่นละอองต่างๆ

2.2) สีแห้งช้าอะครีลิค (acrylic Enamel) เป็นสีที่เติมอะครีลิค ซึ่งเป็นโพลีเมอร์สังเคราะห์เติมลงไปในสีอีนาเมลกลายเป็นสีอะครีลิคนาเมล เมื่อพ่นสีเสร็จเรียบร้อยแล้วจะเกิดความเงางาม มีความทนทานสูงต่อกรด แอลกอฮอล์ และสารเคมี นอกจากนี้สีชนิดนี้สามารถซ่อมชิ้นงานเฉพาะจุดได้และพ่นเป็นจำนวนชั้นที่น้อยกว่าสีอะครีลิคแลกเกอร์ ซึ่งจะพ่นประมาณ 2-3 ชั้นเท่านั้น และต้องพ่นในห้องที่ปราศจากฝุ่นละอองต่างๆ

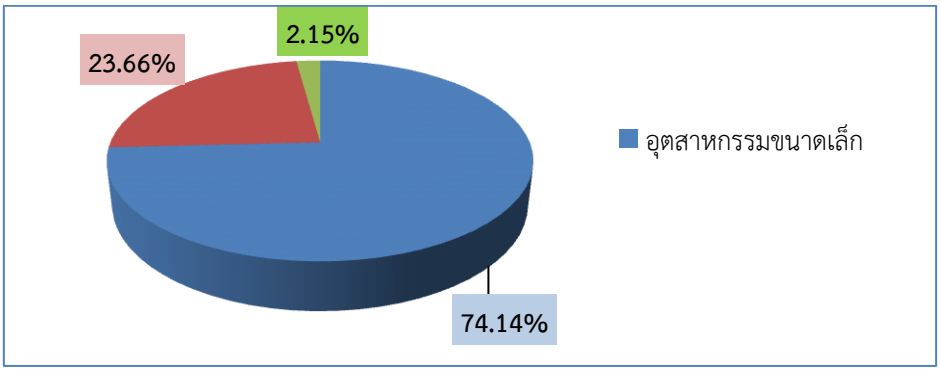
2.3) สีแห้งช้าโปริยูเรเทนหรือยูเรเทน (polyurethane enamel or urethane enamel) สีชนิดนี้มีส่วนผสมของแลกเกอร์ จึงไม่ต้องมีการพ่นแลกเกอร์ เพื่อเคลือบเงาในชั้นสุดท้าย คุณสมบัติสีชนิดนี้มีความเงาสูง ซีดจางยาก ทนต่อสารเคมี ทนต่อการกัดกร่อน ทนต่อความร้อน ไม่ติดไฟง่าย จึงนิยมใช้กับงานอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ เช่น รถสิบล้อ ตู้คอนเทนเนอร์ รถเทคเตอร์ เป็นต้น สีพ่นรถยนต์ชนิดนี้มีราคาสูงกว่าสีแห้งช้าประเภทอะครีลิค

2.8 การขัดเคลือบสี

การขัดเคลือบสีเป็นการเพิ่มความเงางามและความคงทนของสีรถยนต์ การขัดสีเป็นการนำสิ่งสกปรกที่ฝังติดอยู่บนหน้าแลคเกอร์ของสีรถออก และเคลือบสีเพื่อเพิ่มความเงางามของสารเคมีที่ใช้เคลือบสี ได้แก่ สารเรซินและน้ำมันแห้งเอง ซึ่งเป็นส่วนประกอบหลักของสารละลายในทินเนอร์ เป็นสารระเหยง่ายทำให้เกิดความระคายเคืองต่ออวัยวะต่างๆ ของคนงานได้ (พงษ์ศักดิ์ บุญธรรมกุล, 2549)

2.9 สถานประกอบการพ่นสีรถยนต์

สถานประกอบการพ่นสีรถยนต์ที่ได้รับอนุญาตประกอบกิจการโรงงานอุตสาหกรรมตามพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2535 ทั่วประเทศไทยในปี พ.ศ 2555 มีจำนวน 6,755 แห่ง โดยอยู่ในจังหวัดสงขลา 93 แห่ง ซึ่งมีคนงานทั้งสิ้น 1,087 คน สถานประกอบการพ่นสีรถยนต์ส่วนใหญ่ในจังหวัดสงขลา คือ 69 แห่ง (74.14 %) เป็นอุตสาหกรรมขนาดเล็กซึ่งมีเงินทุนไม่เกิน 10 ล้านบาท ส่วนอู่พ่นสีรถยนต์ที่เป็นอุตสาหกรรมขนาดกลางซึ่งมีเงินลงทุนไม่ต่ำกว่า 10 ล้านบาทแต่ไม่เกิน 100 ล้านบาท มีจำนวน 22 แห่ง (23.66 %) และอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ซึ่งมีเงินลงทุนเกิน 100 ล้านบาท มีจำนวน 2 แห่ง (2.15%) (กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2555) (รูปที่ 2)



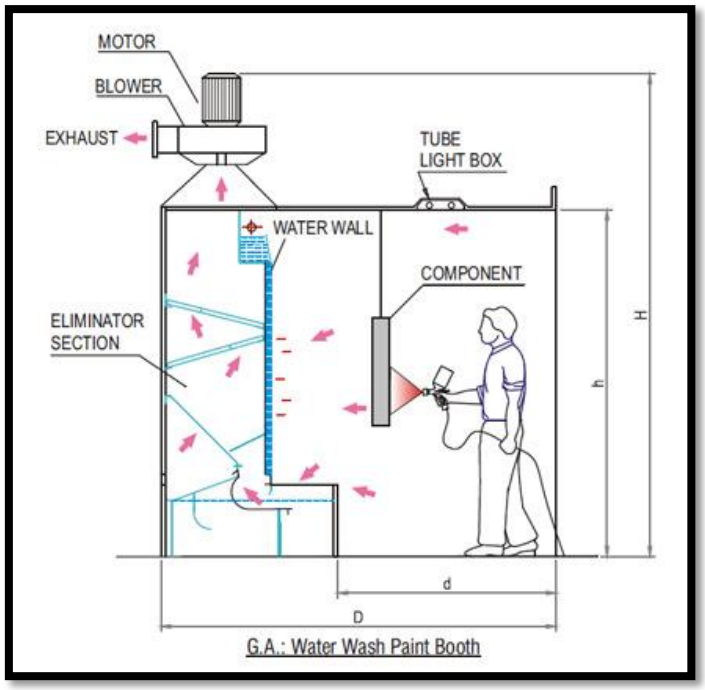
รูปที่ 2 สถานประกอบการพ่นสีรถยนต์ในจังหวัดสงขลา

ที่มา: กรมโรงงานอุตสาหกรรม (2555)

2.10 ประเภทของห้องพ่นสีรถยนต์

การพ่นสีรถยนต์จะต้องมีห้องโดยเฉพาะ เพื่อป้องกันไม่ให้ฝุ่นละอองหรือแมลงต่างๆ ไปยุ่งเกี่ยวกับงานอื่นๆ ในขณะที่สียังไม่แห้ง ส่วนใหญ่จะเป็นห้องที่ปิดมิดชิด มีระบบแสงไฟที่สว่างเพียงพอ มีการทำความสะอาดอย่างสม่ำเสมอ และที่สำคัญต้องมีระบบควบคุมอากาศ เช่น พัดลมดูดอากาศ หรือชุดกรองอากาศ เป็นต้น เพื่อป้องกันการได้รับสารเคมีหรือโลหะหนักจากสีพ่นรถยนต์เข้าสู่ร่างกายของพนักงานที่ทำงาน ห้องพ่นสีรถยนต์แบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ

1) water-wash spray booths ห้องพ่นสีรถยนต์ประเภทนี้อากาศที่มีการปนเปื้อนฝุ่น สารเคมี หรือละอองจากสีพ่นรถยนต์จะถูกดูดผ่านม่านน้ำก่อนที่จะปล่อยออกจากห้องพ่นสี ซึ่งมีประสิทธิภาพการดูดฝุ่น 99% ห้องพ่นสีรถยนต์ประเภท water-wash spray booths นี้มีค่าใช้จ่ายในการติดตั้ง และค่าดูแลรักษาสูง (รูปที่ 4)



รูปที่ 3 ตัวอย่างห้องพ่นสีรถยนต์ชนิด water-wash spray booths

ที่มา: http://www.consultechindia.com/water-wash-paint-booth.html (2559)

2) dry filter spray booths ห้องพ่นสีรถยนต์ประเภทนี้อากาศภายนอกจะดูดเข้ามาในห้องพ่นสีโดยผ่านระบบกรองอากาศที่ชุดกรองอากาศที่ถูกดูดเข้า ส่วนอากาศที่มีการปนเปื้อนฝุ่น สารเคมีหรือละอองจากสีพ่นรถยนต์จะถูกระบายออกผ่านชุดกรองอากาศ ก่อนที่จะปล่อยออกสู่ภายนอกห้อง ส่วนสารตัวกรองมีหลายชนิดเช่น ใยแก้ว กระดาษ และถ่านกรอง เป็นต้น ห้องประเภทนี้มีประสิทธิภาพการกำจัดฝุ่นประมาณ 95-99%

3) baffle booths หลังห้องพ่นสีรถยนต์ประเภทนี้จะมีแผ่นเหล็กวางซ้อนเหลื่อมกันตลอดความสูงของห้องพ่นสี เมื่ออากาศถูกดูดผ่านเข้าห้องพ่นสีจนกระทั่งไปถึงบริเวณส่วนหลังสุดของห้อง อากาศที่มีการปนเปื้อนฝุ่น สารเคมี หรือละออง จะตกลงในรางเก็บที่เตรียมไว้ เพื่อนำไปใช้ใหม่ได้ (อร่าม เริงฤทธิ์, 2535; ดุษฎี หมื่นห่อ, 2542)

2.11 โลหะหนัก (heavy metals)

ธาตุต่างๆ ในโลกส่วนใหญ่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ และแร่ธาตุบางชนิดมนุษย์สามารถสังเคราะห์ขึ้นได้ รวมทั้งสิ้นประมาณ 105 ธาตุ และในจำนวนนี้ ธาตุที่เป็นโลหะหนักมี 68 ธาตุ มีเลขอะตอมอยู่ระหว่างเลข 23-92 โลหะหนักที่รู้จักกันทั่วไป เช่น ดีบุก ปรอท ตะกั่ว เงิน และทองแดง เป็นต้น

โลหะหนักจัดอยู่ในกลุ่มธาตุที่มีความถ่วงจำเพาะมากกว่า 4 ขึ้นไป และเป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิต โลหะหนักเกิดตามธรรมชาติและคงอยู่ตลอดเวลา เพราะเมื่ออยู่ในลักษณะเป็นธาตุโลหะหนักจะไม่สลายตัวต่อไป แต่ลักษณะทางเคมีจะเปลี่ยนไป เช่น ปรอท อาจจะอยู่ในรูปธาตุ (Hg), เกลืออินทรีย์ ($HgCl_2$) หรือสารอินทรีย์ ($Hg(CH_3)_2$) ความเป็นพิษของโลหะหนักจะขึ้นอยู่กับรูปแบบของโลหะ ส่วนใหญ่โลหะหนักจะมีประโยชน์ต่อมนุษย์เพราะถูกนำมาใช้ในอุตสาหกรรม เกษตรกรรม และยารักษาโรค บางชนิดเป็นโลหะที่ร่างกายต้องการ (Essential Element) (ตารางที่1) แต่หากมีมากเกินไปก็เกิดความเป็นพิษได้

ตารางที่ 1 โลหะหนักที่จำเป็น (Essential Metals)

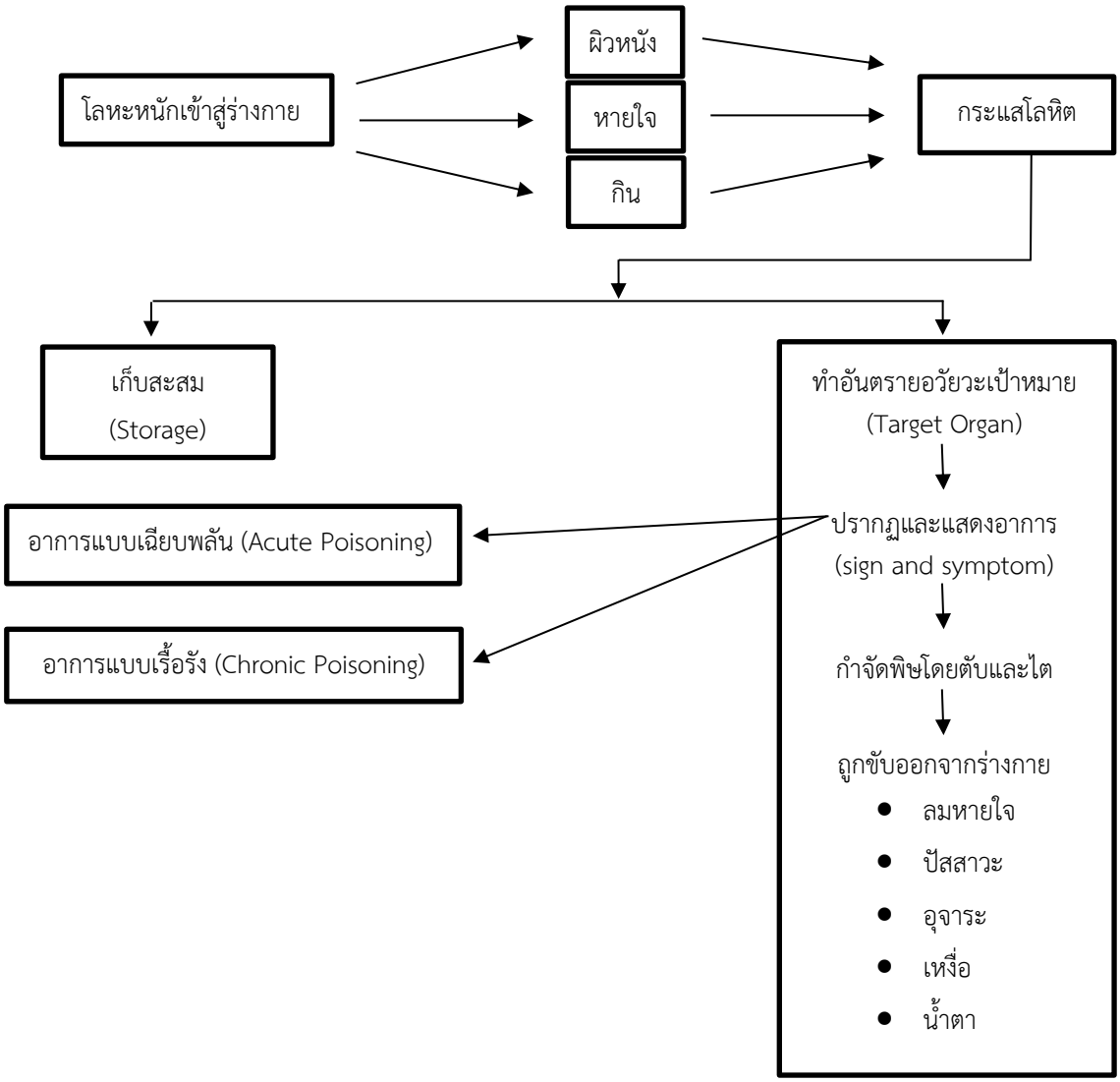
โลหะ	**หน้าที่**	**ความเป็นพิษเมื่อมีมากเกินไป**
Co	found in vitamin B_{12}	polycythemia, cardiomyopathy
Cu	synthesis of hemoglobin	microcytic anemia
Fe	erythropoiesis (formation of wed blood calls (RBCs))	liver and cardiovascular damage; if inhaled, silicosis-like symptoms
Mn	enzyme potentiator	manganese pneumonitis, CNS disorders
Mo	enzyme cofactor	anemia and diarrhea (animal studies)

ที่มา: มธุรส รุจิรวัฒน์ และจุฑามาศ สัตยาวิวัฒน์ (2549)

โดยปกติโลหะหนักจะพบอยู่ตามธรรมชาติในหิน สายแร่ ดิน น้ำ และอากาศ ในปริมาณที่แตกต่างกันออกไป โดยทั่วไปปริมาณในน้ำและดิน จะค่อนข้างต่ำ แต่จากกิจกรรมของมนุษย์ เช่น การทำเหมืองแร่ ทองแดง และดีบุก เป็นต้น ทำให้ปริมาณของโลหะหนักเหล่านี้ในบริเวณที่มีการทำเหมืองเพิ่มขึ้น นอกจากนั้นโลหะหนักอื่นๆ เช่น ตะกั่วและสารหนูที่มีอยู่ในบริเวณทำเหมืองแร่ ก็จะมีการแพร่กระจายออกมาสู่สิ่งแวดล้อมเพิ่มขึ้น นอกจากนั้นมีการใช้โลหะหนัก เช่น ปรอทในอุตสาหกรรมผลิตคลอรีน และโซเดียมไฮดรอกไซด์ (chlor-alkali industry)

โลหะหนักสามารถเข้าสู่ร่างกายมนุษย์โดยการกินหรือการหายใจเข้าไป (รูปที่ 4) ส่วนใหญ่จะถูกขับออกทางปัสสาวะ โลหะหนักบางชนิดในรูปสารประกอบอินทรีย์ เช่น methyl mercury จะถูกดูดซึมกลับได้อีกโดยผ่านตับเข้าสู่น้ำดีไปยังลำไส้ (enterohepatic circulation) ดังนั้นจึงทำให้สามารถ

อยู่ในร่างกายได้นานขึ้น นอกจากนี้โลหะหนักยังอาจถูกขับออกทางน้ำนม ผม เล็บ และการหลุดลอกของผิวหนัง (มธุรส รุจิรวัฒน์ และจุฑามาศ สัตยาวิวัฒน์, 2549)



รูปที่ 4 แผนผังเข้าสู่ร่างกายของโลหะหนักและการกำจัดโลหะหนักออกสู่ร่างกาย

ที่มา: สภาวิศวกรแห่งประเทศไทย (2545)

2.12 ตัวอย่างโลหะหนักที่พบในอู่พ่นสีรถยนต์

โลหะหนักก่อให้เกิดปัญหามลพิษต่อสิ่งแวดล้อม เนื่องจากไม่สลายตัวโดยกระบวนการทางธรรมชาติ ทำให้สามารถรวมตัวกับสารประกอบอินทรีย์ และเข้าสู่สิ่งมีชีวิตต่างๆ เมื่อเข้าไปสะสมจำนวนมากๆ สิ่งมีชีวิตจะตอบสนองต่อโลหะหนักได้แตกต่างกันไป โดยระดับความเป็นพิษของโลหะหนักจะขึ้นอยู่กับสมบัติความเป็นพิษของโลหะหนักแต่ละชนิด ขนาด หรือปริมาณที่ได้รับ อายุ น้ำหนัก และความต้านทานของสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิด (สุรภี โรจน์อารยานนท์, 2530) สำหรับที่โลหะหนักที่พบในอู่พ่นสีรถยนต์และที่ทำให้เกิดความเป็นพิษต่อสุขภาพอนามัยที่สำคัญ มีดังต่อไปนี้

1) ตะกั่ว (Pb)

ตะกั่ว (Pb) มีเลขอะตอมลำดับที่ 82 เป็นธาตุที่ 5 ของหมู่ IV A ในตารางธาตุ จัดเป็นโลหะ น้ำหนักอะตอม 207.19 atomic mass unit (AMU) จุดหลอมเหลว 327 องศาเซลเซียส จุดเดือด 1,737 องศาเซลเซียส เลขออกซิเดชันสามัญ +2, +4 ตะกั่วได้ถูกนำมาใช้ประโยชน์อย่างแพร่หลาย เนื่องจากเป็นสารที่นำมาทำให้บริสุทธิ์ได้ง่าย และมีสมบัติที่อ่อน ทนต่อการผุกร่อนได้ดี ตะกั่วมีกระจายอยู่ทั่วไปในธรรมชาติ ที่เปลือกโลกมีเฉลี่ยประมาณ 10-15 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตะกั่วที่ปรากฏเป็นธาตุอิสระในธรรมชาติมีน้อยมาก (สิทธิชัย ตันธนะสฤษดิ์, 2549) ไม่ละลายน้ำ แต่ละลายได้อย่างช้าๆ ในน้ำที่เป็นกรดอ่อน ละลายได้ในกรดไนตริกเจือจาง กลายเป็นไอได้ดีที่อุณหภูมิสูง นำไฟฟ้าได้ดี ดูดเสียงและคลื่นที่สั่นสะเทือนได้ดี (Hawley, 1977) ตะกั่วนอกจากอยู่ในรูปของโลหะแล้ว ยังพบอยู่ในรูปสารประกอบอินทรีย์ซึ่งส่วนใหญ่เป็นสารกันกระตุกในน้ำมัน (ณัฐ ตันศรีสวัสดิ์ และศิรินันท์ เอี่ยมภักดิ์, 2550)

1.1) ตะกั่วในอุตสาหกรรมสี

ตะกั่วได้ถูกนำมาใช้ในอุตสาหกรรมสี โดยมีการนำมาเป็นเม็ดสี ผงสี หรือรงควัตถุ (Pigment) เพื่อให้เกิดสีต่างๆ ได้แก่

โครมเยลโลว์ (chrome yellow) หรือตะกั่วโครเมต (lead chromate, $PbCrO_4$) ให้สีเหลืองอ่อนจนถึงสีเขียวใบไม้ มีคุณสมบัติที่ทึบแสง ทนต่อแสงได้ดี อาจจะมีสีคล้ำเมื่อถูกแสงนานๆ ไม่สามารถเปลี่ยนสีเมื่อถูกกรดเจือจาง แต่สีจะหมดไปเมื่อถูกกรดเข้มข้น และจะเปลี่ยนสีเป็นสีดำเมื่อทำปฏิกิริยากับอากาศที่มีก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์

โครมออเรนจ์ (chrome orange) หรือเบสิก เลดโครเมต (basic lead chromate, $PbO.PbCrO_4$) เตรียมได้จากโครมเยลโลว์และด่าง ถ้าอนุภาคที่ได้มีขนาดใหญ่สีจะอมแดงมากขึ้น ได้เป็นโครเมต ถ้าอนุภาคเล็กจะได้ผงสีส้ม

โมลิบเดตออเรนจ์ (molybdate orange) ได้จากตะกั่วโครเมตตกตะกอน กับโครมออเรนจ์ และ $PbSO_4$ จะได้ผงสีที่สีสดใส สะอาด และสีแรงกว่าโครมออเรนจ์ ทึบแสงและทนต่อแสงได้ดี แต่จะมีสีคล้ำเมื่อถูกแสงสว่าง

ตะกั่วแดง Red Lead, Pb_3O_4) ให้ผงสีแดงอมส้ม ใช้เป็นสีรองพื้นเพื่อกันการกันกร่อนในเหล็ก (อรอุษา สรวารี, 2542)

1.2) การดูดซึมและการแพร่กระจาย

ตะกั่วเข้าสู่ร่างกายได้ ทางปากโดยรับประทานอาหาร และ น้ำดื่มที่ปนเปื้อนตะกั่ว ทางการหายใจ โดยเฉพาะจากไอเสียรถยนต์ ส่วนการดูดซึมทางผิวหนัง ส่วนมากเกิดกับบุคคลที่มีอาชีพ เกี่ยวข้องกับตะกั่วเป็นส่วนใหญ่ โดยตะกั่วอินทรีย์ ถูกดูดซึมเข้าผิวหนังได้ดี เคยมีการสำรวจดิน และฝุ่นบริเวณริมถนน ที่เป็นชุมชนหนาแน่น พบว่ามีปริมาณตะกั่วสูงถึง 7,500 พีพีเอ็ม ขณะที่ค่าเฉลี่ยของผิวดินโลกเพียง 5-25 พีพีเอ็ม เมื่อตะกั่วเข้าสู่ร่างกายแล้ว จะเข้าไปสะสมอยู่ในกระดูก สะสมในระบบการไหลเวียนของโลหิต จับกับเม็ดเลือดแดง ต่อมากระจายไปยังปอด ไต ม้าม และสะสมอยู่ในกล้ามเนื้อ ในที่สุดจะทำให้เกิดอาการเป็นพิษขึ้น (ณัฐ ตันศรีสวัสดิ์ และศิรินันท์ เอี่ยมภักดิ์, 2550)

1.3) พิษเฉียบพลัน (acute poisoning)

อาการทั่วไปของผู้ป่วยที่ได้รับตะกั่วในปริมาณสูงในทันทีทันใด จะเกิดอาการปวดศีรษะ ปวดท้องอย่างรุนแรง ปวดบริเวณรอบสะดือ มีรสหวานในปาก หรือคล้ายกับอมโลหะในปาก มีน้ำลายเพิ่มขึ้น เบื่ออาหาร คลื่นไส้ อาเจียน ปวดท้องแบบโคลิก (colic) บางรายอาจจะมีอาการทางสมอง ชักหมดสติอาจถึงแก่ชีวิต

1.4) พิษแบบเรื้อรัง (chronic poisoning)

ผู้ป่วยที่ได้รับปริมาณตะกั่วเข้าไปเป็นประจำตลอดเวลาการทำงาน จะมีอาการร่างกายอ่อนแอลง ปวดศีรษะ มึน ผอมลง เบื่ออาหาร อ่อนเพลีย หมดแรง ซีด ท้องผูก ท้องเดิน ผิวของคนที่ได้รับตะกั่วจะซีดลง ทั้งนี้เพราะว่าตะกั่วจะไปทำลายเซลล์เม็ดเลือดแดง (red blood cell) ทำให้เกิดโรคโลหิตจาง พบเส้นตะกั่วเป็นสีน้ำเงินที่บริเวณเหงือก (lead line) เกิดจากตะกั่วทำปฏิกิริยากับแบคทีเรียที่บริเวณเหงือก ทำให้เกิดตะกั่วซัลไฟด์ ซึ่งจะมีสีดำตามทางเดินของเส้นเลือด บริเวณทางเดินอาหาร จะเกิดอาการปวดท้อง และเป็นตะคริวบริเวณท้องเป็นระยะ ๆ อาการทางกล้ามเนื้อ ข้อมือห้อย เท้าห้อย มือสั่น ริมฝีปากสั่น เกิดอาการกระตุก เป็นตะคริวบริเวณขา น่อง แขนขาจะลีบ และในที่สุดก็จะเป็นอัมพาตโดยเริ่มที่นิ้วและลามไปบริเวณอื่นๆ (วิทยา อยู่สุข, 2549)

2) แคดเมียม (Cd)

แคดเมียม (Cd) มีเลขอะตอมหมายเลข 48 เป็นธาตุที่ 2 ของหมู่ IIB ในตารางธาตุ จัดเป็นโลหะน้ำหนักอะตอม 112.40 amu จุดหลอมเหลว 321 องศาเซลเซียส จุดเดือด 767 องศาเซลเซียส เลขออกซิเดชันสามัญ +2 เป็นโลหะทรานซิชันสีขาว-ฟ้า เป็นธาตุมีพิษ (Hawley, 1977) มีสมบัติทางฟิสิกส์และเคมีคล้ายสังกะสี คือ ทนทานต่อการผุกร่อน ฉะนั้นจึงถูกนำมาใช้อย่างกว้างขวางในขบวนการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรมหลายประเภท และยังเป็นสารประกอบในอุตสาหกรรมชุบโลหะ เช่น โรงงานชุบสังกะสี ใช้แคดเมียมผสมกับโลหะชนิดอื่นๆ เพื่อเพิ่มความเหนียว และใช้เป็นส่วนประกอบของสีทาบ้าน เป็นต้น แคดเมียมสเตียเรต (cadmium stearate) ยังใช้ในการทำพลาสติกโพลีไวนิลคลอไรด์ (polyvinyl chloride (PVC)) โดยทำหน้าที่เป็น stabilizer ซึ่งคุณสมบัติของแคดเมียมในด้านนี้ คือ ทนต่อแสงและความร้อน สะเทินหรือรวมตัวกับไฮโดรเจนคลอไรด์ และสารเจือปนที่เกิดจากเรซินระหว่างปฏิกิริยาในขบวนการผลิตพลาสติก ป้องกันการออกซิไดส์ โดยการแทนที่พันธะคู่หรืออะตอมคลอไรด์ได้ และไม่เป็นอันตรายต่อสมบัติของพลาสติก (สิทธิชัย ตันธนะสฤษดิ์, 2549)

2.1) แคดเมียมในอุตสาหกรรมสี

แคดเมียมได้ถูกนำมาใช้ในอุตสาหกรรมสี โดยนำมาเป็นเม็ดสี ผงสี หรือรงควัตถุ (pigment) สารที่นำมาใช้ในอุตสาหกรรมสี ได้แก่

แคดเมียมซัลไฟด์ (cadmium sulfide) จะให้ผมสีเหลืองส้ม

แคดเมียมเยลโลว์ (cadmium yellow) ซึ่งมีส่วนประกอบของแคดเมียมซัลไฟด์ (CdS) เป็นส่วนใหญ่ จะทำให้เป็นสีแดงหรือน้ำตาล

แคดเมียมออเรนจ์ (cadmium orange) ซึ่งเป็นส่วนผสมระหว่างแคดเมียมซัลไฟด์ (CdS) และแคดเมียมซิลิไนด์ (CdSe) ซึ่งจะได้สีแดง (อรอุษา สรวารี, 2542)

2.2) การดูดซึมและการแพร่กระจาย

แคดเมียมส่วนใหญ่มีการปนเปื้อนอยู่ในสิ่งแวดล้อม สามารถเข้าสู่ร่างกายมนุษย์ทั้ง 3 ทาง คือ โดยการหายใจ กิน หรือถูกดูดซึมเข้าทางผิวหนัง (WHO, 2000a) ทั้งนี้การหายใจเอาไอระเหยเข้าไปในระหว่างการทำงานเข้าไป จะเกิดอาการระคายเคืองต่อเยื่อเมือกเยื่อบุต่างๆ ซึ่งจะเป็นอันตรายต่อปอด อาจจะถึงตายได้ แคดเมียมเมื่อเข้าสู่ร่างกายโดยการกิน จะเกิดอาการคลื่นเหียน อาเจียน มีอาการเหมือนอาหารเป็นพิษ ฉะนั้นจึงห้ามใช้แคดเมียมฉาบกระป๋องอาหาร การเข้าสู่ร่างกายโดยการหายใจ กิน หรือดูดซึมเข้าทางผิวหนังแคดเมียมจะผ่านเข้าไปสู่

กระบวนการไหลเวียนของโลหิตแล้วจะไปทำลายตับ และไต แคดเมียมส่วนหนึ่งจะไปเคลือบอยู่ตามเหงือกและฟันเป็นวงแหวนล้างไม่ออก (วิทยา อยู่สุข, 2549)

2.3) พิษเฉียบพลัน (acute poisoning)

ความเป็นพิษเฉียบพลันของแคดเมียม ถ้าได้รับสูงถึง 326 มิลลิกรัมจากอาหาร มีอาการปวดหัว ปวดท้องอย่างแรง เสมหะมาก อาเจียน ท้องเดิน ถ้าได้รับ 350 มิลลิกรัมถึง 1 กรัมจากอาหารและน้ำดื่ม ทำให้เกิดอาเจียน และล้มลงทันที อาจจะถึงชีวิตได้ภายใน 24 ชั่วโมง หรือ 1-2 สัปดาห์ และในระหว่างนี้ตับและไตจะถูกทำลาย (Friedman and Gesek, 1994) ถ้าได้รับแคดเมียมจากอากาศ 100 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร นาน 30 นาที หรือ 8 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร นาน 4 ชั่วโมง จะเจ็บบริเวณหน้าอก เสมหะมาก อาเจียน และอาจถึงชีวิตในที่สุด กรณีสัมผัสทางลมหายใจจะทำให้เกิดภาวะปอดบวมและปอดอักเสบ (สิทธิชัย ตันธนะสฤษดิ์, 2549) นอกจากนี้ยังทำให้เกิดความดันเลือดสูง ซึ่งอาจเกิดการคั่งของโซเดียม หลอดเลือดหดตัว และการมีปริมาณเรนินมากเกินไป (hyperreninemia) แต่การศึกษาในสัตว์ทดลองที่ดื่มน้ำที่ปนเปื้อนด้วยแคดเมียมในขนาด 10 และ 50 ส่วนในล้านส่วน (ppm) เป็นเวลา 6 เดือน พบว่ามีปริมาณของแคดเมียมสะสมในไต หัวใจ ตับและหลอดเลือด ความดันเลือดซิสโตลิก (systolic pressure) จะสูงขึ้น เนื่องจากแคดเมียมทำให้การตอบสนองของกล้ามเนื้อหัวใจ และหลอดเลือดของตัวรับมัสคารินิค (muscarinic receptors) ต่อสารสื่อประสาท acetylcholine ลดลง แคดเมียมความดันเลือดสูงขึ้น (มธุรส รุจิรวัฒน์ และจุฑามาส สัตยาวิวัฒน์, 2549)

2.4) พิษเรื้อรัง (chronic poisoning)

ถ้าได้รับแคดเมียมปริมาณ 30-40 มิลลิกรัมต่อวัน เป็นเวลานานๆ จะมีผลเสียโดยตรงกับโครงสร้างของกระดูก โดยจะไปลดการสะสมของธาตุแคลเซียมขณะที่มีการสร้างและซ่อมแซมกระดูก และไม่มีการสะสมของ collagen ในกระดูก (Kjellstrom, 1992; Katzantzis, 2004) แคดเมียมเป็นตัวการทำให้เอ็นไซม์ lysyl oxidase หมดสภาพ จึงทำให้กระดูกผุกกร่อนเสียรูปแบบ หลังจากนั้นจะเกิดอาการเจ็บปวดมาก เหมือนกับโรคอิไต-อิไต (Itai-Itai) ในประเทศญี่ปุ่น

ถ้าได้รับแคดเมียม 170-500 ไมโครกรัมต่อวันเป็นเวลานานจะเกิดโรคโลหิตจาง ความดันโลหิตสูง แคดเมียมจะส่งผลเสียต่อการทำงานของร่างกายทุกระบบ เช่น ในไต หากได้รับในปริมาณ 0.6-1 มิลลิกรัมต่อวัน จะทำให้ไตผิดปกติ มีผลทำให้การขับถ่ายโปรตีนออกจากร่างกายมากเกินไป (proteinuria) ปอด ตับ ตับอ่อน และระบบทางเดินอาหารจะถูกทำลาย (Novelli*et al*., 1999) ระบบประสาทส่วนกลางและเส้นประสาทถูกทำลาย (Provias*et al*., 1994)

ระบบเมตาบอลิซึมของธาตุเหล็ก สังกะสี และทองแดงผิดปกติ ในปริมาณ 100-500 มิลลิกรัม แคดเมียมลดการสังเคราะห์โปรตีนในระบบสืบพันธุ์ ทำลายการทำงานของลูกอัณฑะ (Gao*et al*., 2007) โดยการลดการสร้างกรดดีออกซีไรโบนิวคลีอิก (สิทธิชัย ตันธนะสฤษดิ์, 2549)

3) โครเมียม (Cr)

โครเมียม (Cr) มีเลขอะตอมหมายเลข 24 เป็นธาตุแรกของหมู่ VIB ในตารางธาตุ จัดเป็นธาตุโลหะและโลหะทรานซิชัน น้ำหนักอะตอม 51.996 amu จุดหลอมเหลว 1,875 องศาเซลเซียส จุดเดือด 2,199 องศาเซลเซียส เลขออกซิเดชันสามัญ +2,+3และ+6 โครเมียมมีสีขาวคล้ายเงิน แข็งและเปราะ พบในธรรมชาติ เช่น แร่โครไมต์ เป็นออกไซด์ที่ผสมระหว่างโครเมียมกับเหล็ก พบในประเทศรัสเซีย ตุรกี และแอฟริกาใต้ เป็นต้น โครเมียมเป็นองค์ประกอบที่สำคัญสำหรับทำโลหะผสมทำให้มีความแข็ง มีความเหนียว และทนทาน ป้องกันโลหะไม่ให้เกิดสนิมและทนต่อการผุกร่อน โครเมียมบริสุทธิ์ใช้ในการชุบโครเมียมด้วยไฟฟ้า ใช้ในการทำเหล็กกล้าสแตนเลสโดยทำมาจากโลหะผสมของเหล็กกล้าและนิกเกิล นอกจากนี้โครเมียมยังใช้ในการทำสารประกอบโครเมตของตะกั่ว สังกะสี และแบเรียม ซึ่งใช้ในการทำสีต่างๆ ใช้ในการทำพรม น้ำมัน ยาง และใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องปั้นดินเผา อุตสาหกรรมการฟอกหนัง ย้อมขนสัตว์ เป็นต้น (วิทยา อยู่สุข, 2549; สิทธิชัย ตันธนะสฤษดิ์, 2549)

3.1) โครเมียมในอุตสาหกรรมสี

โครเมียมได้ถูกนำมาใช้ในอุตสาหกรรมสี โดยนำมาเป็นเม็ดสี ผงสี หรือรงควัตถุ (Pigment) และมีคุณสมบัติทนทานต่อการเสียดสี และการกัดกร่อน เป็นการเพิ่มความทนทานต่อผิว และให้ความเงางาม สารประกอบโครเมียมที่ถูกนำมาใช้ในอุตสาหกรรมสี ได้แก่

โครเมียมออกไซด์ (chromium oxide) จะได้ผงสีเขียว

โครเมียมออกไซด์กรีน (chromium oxide green) หรือเรียกว่าโครมออกไซด์กรีน (chrome oxide green) ประกอบด้วย Cr_2O_3 ได้จากการเผาโซเดียม หรือโปแตสเซียมไดโครเมตกับสารรีดิวส์ เช่น กำมะถัน หรือคาร์บอน มีคุณสมบัติทนแสงสว่าง มีความทึบแสงโฮเดรตโครเมียมออกไซด์กรีน (hydrated chromium oxide green) ได้จากการเผาอัลคาไลเมททอลไบโครเมตกับกรดบอริก ผงสีชนิดนี้มีความสดใส มันวาว แต่มีการดูดกลืนน้ำมันสูง (อรอุษา สรวารี, 2542)

3.2) การดูดซึมและการแพร่กระจาย

โครเมียมเป็นโลหะที่ใช้กันมานาน อันตรายของโครเมียมเกิดขึ้นเนื่องมาจากคนงานรับเอาละอองของกรดโครเมต ซึ่งอาจโดยสัมผัสกับผิวหนัง ทางปากหรือทางหายใจเข้าไป อาการที่แสดงออกนั้นจะเกิดทั้งชนิดเฉียบพลันและเรื้อรัง

3.3) พิษเฉียบพลัน (acute poisoning)

อาการพิษเฉียบพลัน ขึ้นกับการเข้าสู่ร่างกาย หากเป็นการสูดหายใจทำให้เกิดการระคายเคือง ภายในจมูกมีรอยแผลเป็นหย่อมๆ หายใจขัดเกิดอาการไอ จาม น้ำมูกไหล อาจเกิดหอบหืดทันที หรือมีภาวะปอดบวมได้ อาจทำให้ช่องจมูกโหว่ (perforation of nasal septum) ทั้งนี้โครเมียมไปทำอันตรายต่อเยื่อเมือก กัดทำลายเนื้อเยื่อที่เป็นผนังกั้นจมูกทะลุ และแผลสามารถขยายต่อไปจนถึงกระดูกอ่อนของจมูก

การได้รับทางปากทำให้มีอาการคลื่นไส้ อาเจียน ปวดท้องเป็นอันตรายต่อกระเพาะอาหารและลำไส้ไตวายเสียชีวิตได้ (แสงโฉม เกิดคล้าย, 2547)

การได้รับทางผิวหนัง เกิดการอักเสบที่ผิวหนัง (dermatitis) ตรงบริเวณที่สัมผัสกับโครเมียม เช่น บริเวณโคนนิ้วมือมีลักษณะเป็นแผลลึก และไม่รู้เจ็บ (chrome ulcer) ซึ่งถ้าปล่อยทิ้งไว้อาจจะต้องตัดนิ้วทิ้ง (วิทยา อยู่สุข, 2549)

3.4) พิษเรื้อรัง (chronic poisoning)

เมื่อโครเมียมเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจเป็นเวลานาน มีการระคายเคือง และทำลายเยื่อเมือก ทำให้เกิดเป็นมะเร็งผิวหนัง และมะเร็งปอด ส่วนในระบบทางเดินอาหารเมื่อโครเมียมสะสมในปริมาณที่มาก ทำให้เกิดอาการคลื่นไส้ อาเจียน มึนงง ระบบทางเดินอาหารอักเสบ กระเพาะอาหารอักเสบ เป็นแผลที่ลำไส้เล็ก และสำไส้ใหญ่อักเสบ (วิทยา อยู่สุข, 2549)

2.13 วิธีการป้องกันโลหะหนักเข้าสู่ร่างกาย

การป้องกันอันตรายจากสภาพแวดล้อม เช่น ลดปริมาณโลหะหนักฟุ้งกระจายในบริเวณทำงาน โดยติดตั้งระบบระบายอากาศเฉพาะที่ เก็บรวบรวมฝุ่น ไอระเหย และกำจัดทำให้ถูกวิธี การรักษาความสะอาดของบริเวณทำงานจะช่วยลดปริมาณการสัมผัสของคนงาน การสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล เมื่อต้องทำงานสัมผัสกับโละหนักในรูปแบบต่างๆ จัดให้มีห้องน้ำทำความสะอาดร่างกาย ให้คนงานรักษาอนามัยส่วนบุคคล เช่น ล้างมือก่อนกินอาหาร ห้ามดื่มน้ำ หรือสูบบุหรี่ในสถานที่ทำงาน มีการตรวจวัดปริมาณโลหะหนักในบรรยากาศการทำงานเป็นประจำ และมีการตรวจ

สุขภาพประจำปี หรือคนที่เสี่ยงมากต้องตรวจสุขภาพทุกๆ 6 เดือน ต้องมีการตรวจหาปริมาณตะกั่วในเลือดและในปัสสาวะ (วิทยา อยู่สุข, 2549)

2.14 กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยในอู่พ่นสีรถยนต์ มีดังนี้

2.14.1 พระราชบัญญัติกระทรวงสาธารณสุข พ.ศ. 2535

พระราชบัญญัติกระทรวงสาธารณสุข พ.ศ. 2535 หมวดที่ 7 เรื่องกิจการที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ มาตรา 35 ให้รัฐมนตรีโดยคำแนะนำของคณะกรรมการมีอำนาจประกาศในราชกิจจานุเบกษากำหนดให้กิจการใดเป็นกิจการที่เปนอันตรายต่อสุขภาพ

2.14.2 ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ที่ 5/2535

ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ที่ 5/2535 เรื่องกิจการที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ ประกาศให้กิจการดังต่อไปนี้เป็นกิจการที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ ซึ่งอู่พ่นสีรถยนต์จัดอยู่ในกลุ่มที่ 7 ว่าด้วยกิจการที่เกี่ยวกับยานยนต์ เครื่องจักรหรือเครื่องกล ได้แก่

1) การประกอบ การเคาะ การปะผุ การพนสี การพนสารกันสนิมรถยนต์
2) การตั้งศูนยถวงลอ การซอม การปรับแตงระบบปรับอากาศ หรืออุปกรณที่เปนสวนประกอบของยานยนต
3) การประกอบธุรกิจเกี่ยวกับยานยนต เครื่องจักรหรือเครื่องกล ซึ่งมีไว้จำหน่ายหรือจำหน่ายในการประกอบธุรกิจการซอมหรือการปรับปรุงยานยนต์ เครื่องจักรหรือเครื่องกลดังกล่าวดวย
4) การลาง การอัดฉีดยานยนต
5) การผลิต การซอม การอัดแบตเตอรี่
6) การปะ การเชื่อมยาง
7) การอัดผาเบรค ผาครัช

2.14.3 พระราชบัญญัติความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงาน พ.ศ. 2554

พระราชบัญญัติความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงาน พ.ศ. 2554 โดยมีเหตุผลท้ายพระราชบัญญัตินี้ว่า เนื่องจากในปัจจุบันมีการนำเทคโนโลยี เครื่องมือ เครื่องจักร อุปกรณ์ สารเคมี และสารเคมีอันตรายมาใช้ในกระบวนการผลิต การก่อสร้าง และบริการ แต่ขาดการพัฒนาความรู้ความเข้าใจควบคู่กันไป ทำให้ส่งผลกระทบต่อผู้ใช้แรงงานในด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงาน อาจก่อให้เกิดอันตรายจากการทำงาน

จนถึงบาดเจ็บ พิการทุพพลภาพ เสียชีวิต หรือเกิดโรคอันเนื่องจากการทำงาน ซึ่งมีแนวโน้มสูงขึ้นและทวีความรุนแรงขึ้น ประกอบกับพระราชบัญญัติคุ้มครองแรงงาน พ.ศ. 2541 มีหลักการส่วนใหญ่เป็นเรื่องการคุ้มครองแรงงานทั่วไปและมีขอบเขตจำกัด ไม่สามารถกำหนดกลไกและมาตรการบริหารงานความปลอดภัยได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้น เพื่อประโยชน์ในการวางมาตรการควบคุม กำกับ ดูแล และบริหารจัดการด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงานอย่างเหมาะสม สำหรับป้องกัน สงวนรักษาทรัพยากรบุคคลอันเป็นกำลังสำคัญของชาติ สมควรมีกฎหมายว่าด้วยความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงานเป็นการเฉพาะ จึงจำเป็นต้องตราพระราชบัญญัตินี้ขึ้น (ณัฏฐนันท์ ยอดวงศ์, 2554)

2.15 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Lanphear และ Roghmann (1997) ได้ศึกษาเส้นทางการสัมผัส (exposure pathway) ตะกั่วของเด็กในเขตเมืองโรเชสเตอร์ รัฐนิวยอร์ก ประเทศสหรัฐอเมริกา พบว่า ระดับของตะกั่วในเลือดของเด็กกับปริมาณของตะกั่วในฝุ่นบ้าน (house dust) มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพฤติกรรมของเด็กที่ชอบเอามือและของเข้าปากเป็นกลไกสำคัญต่อการรับสัมผัสสาร ตะกั่ว นอกจากนี้ยังพบว่า สารตะกั่วในสีทาบ้านเป็นแหล่งที่มาที่สำคัญของสารตะกั่วในฝุ่น

Wong และ Mak (1997) ได้ทำการวิเคราะห์โลหะหนักในฝุ่นพื้นผิว (surface dust) จากสนามเด็กเล่น 7 แห่ง ในฮ่องกง พบว่า ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของแคดเมียม โครเมียม ตะกั่ว และสังกะสี เท่ากับ 2.63, 201, 302 และ 1517 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ โดยปริมาณของโลหะหนักในฝุ่น มีความสัมพันธ์กับปริมาณการจราจรอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ผลการศึกษายังพบว่าตะกั่วและสังกะสีที่พบในฝุ่นมาจากแหล่งกำเนิดเดียวกัน คือ ยานยนต์

Lanphear และคณะ (1998) ได้ศึกษาผลของระดับตะกั่วในฝุ่นบ้าน (house dust) ต่อระดับตะกั่วในเลือดของเด็กในประเทศสหรัฐอเมริกา พบว่า ฝุ่นบ้านเป็นแหล่งสำคัญต่อการสัมผัสตะกั่วของเด็ก โดยอายุและเชื้อชาติของเด็ก พฤติกรรมของเด็กที่ชอบเอามือเข้าปาก และปัจจัยเฉพาะของพื้นที่ศึกษาส่งผลต่อระดับตะกั่วในเลือดของเด็ก

Murgueytio และคณะ (1998) ทำการศึกษาพฤติกรรมและระดับตะกั่วในเลือดของเด็กที่อาศัยอยู่ในบริเวณที่มีการทำเหมืองแร่ตะกั่ว พบว่า ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อระดับตะกั่วในเลือดของเด็ก คือ รายได้ของครอบครัว การศึกษาของหัวหน้าครอบครัว ความเป็นเจ้าของที่พักอาศัย อายุของบ้าน และการเล่นในสนามหญ้า

Tong และ Lam (1998) ทำการศึกษาความเข้มข้นของโลหะหนักในฝุ่นพื้น (floor dust) ที่เก็บจากโรงเรียนเด็กเล็ก และโรงเรียนอนุบาลทั้งหมด 53 แห่ง ในฮ่องกง รวมถึงศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยสิ่งแวดล้อมต่างๆกับระดับการปนเปื้อนของโลหะหนักในฝุ่น ผลการทดลองพบว่า ฝุ่นจากภายนอก (exterior dust) มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตของความเข้มข้นของแคดเมียม ทองแดง แมงกานีส ตะกั่ว และสังกะสี เท่ากับ 4.07, 409.10, 532.16, 280.01 และ 2694.23 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีผลกระทบต่อปริมาณโลหะหนักในฝุ่น ได้แก่ การจราจร ระยะเวลาหลังจากการทาสีโรงเรียน อายุของอาคาร สภาพความชำรุดทรุดโทรมของโรงเรียน และการใช้เครื่องดูดฝุ่น นอกจากนี้ยังพบว่า โลหะหนักที่ตรวจพบภายในโรงเรียนมีแหล่งกำเนิดจากยานพาหนะและการจราจรภายนอก ซึ่งถูกพัดเข้ามาในอาคารโดยผ่านทางหน้าต่าง

Tong และ Lam (2000) ได้ตรวจวัดปริมาณโลหะหนักในฝุ่นพื้น (floor dust) จากบ้านในประเทศฮ่องกง และศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของโลหะหนักในฝุ่นกับปัจจัยสิ่งแวดล้อมต่างๆ ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างฝุ่นพบว่า ค่ากึ่งกลางของความเข้มข้น (median concentration) ของแคดเมียม ทองแดง แมงกานีส ตะกั่ว และสังกะสี เท่ากับ 4.3, 310.8, 216.2, 157.4 และ 1408.8 ไมโครกรัมต่อกรัม ตามลำดับ โดยปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อระดับการปนเปื้อนของโลหะหนัก คือ การจราจร อายุของตัวบ้าน ความถี่ในการทำความสะอาดพื้นห้อง ความถี่ในการปัดฝุ่นทำความสะอาดเฟอร์นิเจอร์ และสีที่ใช้ทาผนังบ้าน การศึกษายังพบด้วยว่า สีทาผนังบ้านสีเทามีแมงกานีสในปริมาณสูง สีทาผนังบ้านสีเหลืองเกี่ยวข้องกับความเข้มข้นที่สูงของแคดเมียม ทองแดง ตะกั่ว และสังกะสีในฝุ่น สีทาผนังบ้านสีเขียวมีปริมาณทองแดงสูง และสีทาผนังบ้านสีม่วงสัมพันธ์กับการปนเปื้อนของสังกะสี และตะกั่วในฝุ่น

Li และคณะ (2001) ทำการวิเคราะห์ความเข้มข้นของโลหะหนักที่ปนเปื้อนในฝุ่นถนน (street dust) ในฮ่องกง ผลการศึกษาพบว่า ปริมาณแคดเมียม ทองแดง ตะกั่ว และสังกะสีที่ตรวจพบในฝุ่น มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.77, 173, 181 และ 1450 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ซึ่งสังกะสีที่ปนเปื้อนอยู่ในปริมาณที่สูงเกิดมาจากการจราจร โดยเฉพาะอย่างยิ่งยางรถยนต์ ที่มีการใช้สังกะสีในกระบวนการผลิต

Ng และคณะ (2003) ทำการศึกษาระดับของโลหะหนัก 7 ชนิด ได้แก่ สังกะสี ทองแดง แคดเมียม โครเมียม ตะกั่ว เหล็ก และแมงกานีส ในฝุ่นที่เก็บจากสนามเด็กเล่น (playground dust) ในฮ่องกง พบว่า ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของสังกะสี ทองแดง แคดเมียม โครเมียม ตะกั่ว เหล็ก และแมงกานีส เท่ากับ 1883, 143, 7.0, 263, 77.3, 22991 และ 518 ไมโครกรัมต่อกรัม ตามลำดับ โดยการจราจรในท้องถิ่นเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษที่สำคัญ

Banerjee (2003) ได้ทำการตรวจวัดระดับความเข้มข้นของโลหะหนัก (แคดเมียม สังกะสี ตะกั่ว นิกเกิลทองแดง และโครเมียม) ในฝุ่นถนน (street dust) ที่เก็บจากพื้นที่อุตสาหกรรม, พื้นที่ที่มีการจราจรหนาแน่น และพื้นที่ชนบทในเมืองเดลี ประเทศอินเดีย พบว่า ฝุ่นในพื้นที่อุตสาหกรรมมีโครเมียม นิกเกิล และทองแดง ปนเปื้อนในปริมาณสูง ส่วนความเข้มข้นของตะกั่วและแคดเมียมในแต่ละพื้นที่ไม่มีความแตกต่างกัน การวิเคราะห์สหสัมพันธ์แสดงให้เห็นว่า อุตสาหกรรมเป็นแหล่งกำเนิดของโครเมียม ทองแดง และนิกเกิลในฝุ่นถนน

Duzgoren-Aydin และคณะ(2004) ได้ศึกษาการปนเปื้อนของตะกั่วในฝุ่นถนน (road dust) ในประเทศฮ่องกง พบว่า การแพร่กระจายตัวของสารตะกั่วมีค่าระหว่าง 232-411 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ความเข้มข้นเฉลี่ย เท่ากับ 327 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) โดยปริมาณการจราจร ชนิดของยานพาหนะ และความถี่ในการทำความสะอาดถนน ล้วนเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการปนเปื้อนของตะกั่วในฝุ่น

Lam และคณะ (2005) ทำการศึกษาความเข้มข้นของโลหะหนัก 7 ชนิด (แคดเมียม ทองแดง ตะกั่วแมงกานีส เหล็ก โครเมียม และสังกะสี) ในฝุ่นจากสวนสาธารณะ และพื้นที่สาธารณะในเขตเมืองของประเทศฮ่องกง ผลการศึกษาพบว่า โลหะหนักที่ตรวจพบมีทั้งสิ้น 5 ชนิด คือ แคดเมียม ทองแดง แมงกานีส ตะกั่ว และสังกะสี ซึ่งมีความเข้มข้นเฉลี่ยเท่ากับ 3.3, 138.8, 496.8, 248.1 และ 1998 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ

Yongming และคณะ (2006) ทำการศึกษาการปนเปื้อนของโลหะหนัก 9 ชนิด ได้แก่ เงิน สารหนูโครเมียม ทองแดง ปรอท แมงกานีส ตะกั่ว พลวง และสังกะสีในฝุ่นจากพื้นที่เขตเมืองซีอาน (Xi'an) ประเทศจีน ผลการศึกษาพบว่า ฝุ่นในเขตเมือง (urban dust) มีโลหะหนักเกือบทุกชนิดปนเปื้อนในปริมาณสูง ยกเว้นสารหนูและแมงกานีส การวิเคราะห์สหสัมพันธ์ได้ชี้ให้เห็นว่าแหล่งกำเนิดของโลหะหนักในเขตเมือง คือ แหล่งอุตสาหกรรม แหล่งธุรกิจการค้า ที่พักอาศัย การจราจร และดิน

Leung และคณะ (2008) ได้ศึกษาความเข้มข้นของโลหะหนัก 7 ชนิด (แคดเมียม โคบอลต์ โครเมียม ทองแดง นิกเกิล ตะกั่ว และสังกะสี) ในฝุ่นพื้นผิว (surface dust) ที่เก็บจากห้องรีไซเคิลแผงวงจรพิมพ์ (printed circuit board) ถนน สนามเด็กเล่นในโรงเรียน และตลาดสดกลางแจ้ง ในเมืองกุ้ยหยู (Guiyu) ประเทศจีน พบว่า ฝุ่นจากห้องรีไซเคิล และถนนใกล้เคียงโรงงานรีไซเคิลมีความเข้มข้นของโลหะหนักสูง โดยค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของตะกั่ว ทองแดง สังกะสี และนิกเกิลในห้องรีไซเคิล เท่ากับ 110000, 8360, 4420, 1500 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ส่วนค่าเฉลี่ยของตะกั่ว ทองแดง สังกะสี และนิกเกิลในฝุ่นบนถนนเท่ากับ 22600, 6170, 2370, 304 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

ตามลำดับ ปริมาณตะกั่วและทองแดงที่ตรวจพบในฝุ่นถนนมีค่าสูงกว่าที่พบในฝุ่นจากบริเวณที่ไม่มีการรีไซเคิล ซึ่งอยู่ห่างออกไป 8 และ 30 กิโลเมตร โดยมีค่าสูงถึง 330,106,371 และ 155 เท่า ตามลำดับ การตรวจพบโลหะหนักในฝุ่นจากสนามเด็กเล่น และตลาดสด แสดงให้เห็นถึงผลกระทบจากการรีไซเคิลขยะอิเล็กทรอนิกส์ นอกจากนี้ ผลจากการประเมินความเสี่ยงชี้ให้เห็นว่า ตะกั่วและทองแดงที่เกิดจากการรีไซเคิลแผงวงจรพิมพ์ อาจก่อให้เกิดอันตรายร้ายแรงต่อสุขภาพอนามัยของคนงานและประชาชนที่อาศัยอยู่ในเมืองกุ้ยหยู

Rawat และคณะ (2009) ศึกษาการแพร่กระจายของโลหะหนัก 8 ชนิด ในฝุ่นถนน (road Dust) ที่เก็บจากพื้นที่อุตสาหกรรม 2 แห่ง ในเมืองกันเปอร์ (Kanpur) ประเทศอินเดีย พบว่า ฝุ่นถนนมีการปนเปื้อนโลหะหนักสูงเนื่องจากการตกสะสมของฝุ่นจากอุตสาหกรรม โดยความเข้มข้นเฉลี่ยของเหล็ก แมงกานีส สังกะสี ทองแดง แคดเมียม นิกเกิล ตะกั่ว และโครเมียม ในพื้นที่อุตสาหกรรมแห่งที่ 1 เท่ากับ 1083.99, 75.09, 144.49, 15.23, 1.17, 18.00, 85.53 และ 939.71 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนในพื้นที่อุตสาหกรรมแห่งที่ 2 มีค่าเท่ากับ 838.22, 188.59, 43.00, 12.19, 1.07, 22.90, 3.50 และ 406.92 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ

บรรจง วิทยวีรศักดิ์ และคณะ (2536) ได้สำรวจข้อมูลจากแบบสอบถามที่เกี่ยวข้องกับสุขภาพและความเสี่ยงต่อการได้รับสารพิษขณะทำงานของช่างเชื่อมโลหะ ช่างทาสี/พ่นสี และพนักงานในไนต์คลับในเขตอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา พบว่าช่างเชื่อมโลหะ ช่างทาสี/พ่นสี มีปัญหาทางระบบทางเดินหายใจ ทางโลหิต ตา และกระดูกกล้ามเนื้อ ซึ่งการที่คนงานยังขาดความรู้ความตระหนักต่ออันตรายจากการได้รับสารพิษในที่ทำงานทำให้มีความเสี่ยงสูงต่อการได้รับสารพิษขณะทำงาน

เจริญศักดิ์ งานไตรไร (2545) ได้ประเมินความเสี่ยงต่อการเกิดโรคมะเร็งจากการได้รับตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียม ของช่างพ่นสีในสถานประกอบการพ่นสีรถยนต์ ในเขตเทศบาลนครหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา พบว่าค่าความเข้มข้นของตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียมในบรรยากาศ มีค่าพิสัยระหว่าง 0.05 - 5.75, 0.001 - 5.74 และ 0.26 - 3.08 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์มาตร ตามลำดับ ซึ่งมีค่าเกินมาตรฐานในบรรยากาศ เมื่อมาคำนวณความเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็งจากการสูดหายใจ พบว่าคนงานพ่นสีรถยนต์มีความเสี่ยงต่อการเกิดโรคมะเร็ง นอกจากนี้ยังพบว่าอีกว่าคนงานมีพฤติกรรมเสี่ยงต่อการได้รับฝุ่นที่มีการปนเปื้อนโลหะหนักเข้าสู่ร่างกาย

ณัฏฐนันท์ ยอดวงศ์ (2554) ได้ศึกษาสิ่งแวดล้อมในการทำงาน สภาพการทำงานและพฤติกรรมการทำงานที่ปลอดภัยของคนงานในสถานประกอบการเคาะพ่นสีรถยนต์ ผลการศึกษาพบว่า คนงานมีพฤติกรรมในการทำงานที่ไม่ปลอดภัย เช่น การไม่สวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล (ร้อยละ 17.52), การไม่ได้รับการอบรมการใช้อุปกรณ์ (ร้อยละ23.91) และการไม่ปฏิบัติตามกฎระเบียบความปลอดภัยในการทำงาน (ร้อยละ 6.52)

บทที่ 3
วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 สถานที่เก็บตัวอย่างฝุ่นพื้นและบริเวณมือ (swab) ของคนงาน

การศึกษาครั้งนี้ได้เก็บตัวอย่างฝุ่นพื้นและบริเวณมือ (swab) ของคนงานในอู่พ่นสีรถยนต์ในจังหวัดสงขลา จำนวน 2 แห่ง คือ อู่พ่นสีรถยนต์ที่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน จำนวน 1 แห่ง ในอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา และอู่พ่นสีรถยนต์ที่ไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน จำนวน 1 แห่ง ในอำเภอเมือง จังหวัดสงขลา

3.2 ช่วงเวลาในการเก็บตัวอย่าง

3.2.1 การเก็บตัวอย่างฝุ่นพื้นและบริเวณมือ (swab) ของคนงานในอู่พ่นสีรถยนต์ที่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน ได้มีการเก็บตัวอย่าง จำนวน 3 ครั้ง โดยแบ่งตามปริมาณการเข้าใช้บริการพ่นสีรถยนต์ จำนวนมาก (71 - 80 คัน/เดือน) ปานกลาง (61 - 70 คัน/เดือน) และน้อย (50 - 60 คัน/เดือน) คือ เดือนพฤษภาคม เดือนเมษายน และเดือนมีนาคม ปี พ.ศ. 2558 ตามลำดับ

3.2.2 การเก็บตัวอย่างฝุ่นพื้นและบริเวณมือ (swab) ของคนงานในอู่พ่นสีรถยนต์ที่ไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน ได้มีการเก็บตัวอย่าง จำนวน 3 ครั้ง โดยแบ่งตามปริมาณการเข้าใช้บริการพ่นสีรถยนต์ จำนวนมาก (11 - 15 คัน/เดือน) ปานกลาง (5 - 10 คัน/เดือน) และน้อย (น้อยกว่า 5 คัน/เดือน) คือ เดือนมีนาคม เดือนเมษายน และเดือนพฤษภาคม ปี พ.ศ. 2558 ตามลำดับ

ซึ่งการเก็บตัวอย่างในแต่ละครั้งของทั้ง 2 อู่พ่นสีรถยนต์ ได้ทำการเก็บตัวอย่างในวันพุธของสัปดาห์แรกของแต่ละเดือน และไม่ให้แม่บ้านทำความสะอาดพื้นที่ก่อนการเก็บตัวอย่าง เพื่อให้ได้ค่าความเข้มข้นของโลหะหนักของแต่ละอู่พ่นสีรถยนต์ที่แท้จริง

3.3 การเก็บข้อมูลด้วยแบบสอบถาม

การศึกษาในครั้งนี้ได้มีการเก็บข้อมูลด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมในอู่พ่นสีรถยนต์และสุขวิทยาส่วนบุคคลของคนงานจากแบบสอบถาม โดยการเดินสำรวจ (walk-through survey) และการสัมภาษณ์คนงานในอู่พ่นสีรถยนต์ทั้ง 2 แห่ง

3.4 วัสดุและอุปกรณ์การเก็บตัวอย่าง

3.4.1 ภาคสนาม

- ผ้าเช็ดทำความสะอาดผิวแบบเปียก (moist wipes)
- กรอบเก็บตัวอย่างฝุ่นพื้น ขนาด 0.1 ตารางเมตร

- หลอดพลาสติกที่มีฝาปิด ชนิด polypropylene
- ปากกาเคมี
- ถุงพลาสติกใส
- ยางวง หรือยางรัดของ หรือหนังยาง
- กล่องโฟม
- น้ำแข็ง
- ถุงมือทางการแพทย์และผ้าปิดจมูก
- แบบสอบถามในการเก็บข้อมูลด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมและสุขวิทยาส่วนบุคคลของคนงาน

3.4.2 ห้องปฏิบัติการ

- กรดไนตริก (HNO_3)
- กรดเปอร์คลอริก ($HClO_4$)
- เครื่อง inductively coupled plasma-optical emission spectrometer (ICP-OES) รุ่น optima 4300 DV
- ขวดปรับปริมาตร
- กระดาษกรองสารเบอร์ 1 ยี่ห้อ macherey-nagel (MN)
- กรวยกรอง
- ไมโครปิเปต
- ที่วางหลอดทดลอง
- หลอดทดลองที่มีฝาปิด ขนาด 125 มิลลิลิตร
- อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (water bath)
- ตู้ควบคุมอุณหภูมิที่ -25 องศาเซลเซียส
- บิ๊กเกอร์ ขนาด 100 มิลลิลิตร
- ขวดน้ำกลั่น

3.5 การดำเนินการวิจัย

งานวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาความเข้มข้นของตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียมในอู่พ่นสีรถยนต์ที่มีห้องพ่นสีมาตรฐานและไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐานในจังหวัดสงขลา ซึ่งได้กำหนดขั้นตอนในการดำเนินการวิจัยทั้งหมด 8 ขั้นตอน คือ

1. การทบทวนวรรณกรรมและรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาครั้งนี้

2. การลงพื้นที่และสำรวจพื้นที่ที่ทำการศึกษา
3. การเก็บตัวอย่างฝุ่นพื้น
4. การเก็บตัวอย่างบริเวณมือ (swab) ของคนงาน
5. การเก็บข้อมูลจากแบบสอบถามด้วยวิธีการเดินสำรวจ (walk-through survey) และการสัมภาษณ์คนงาน
6. การเตรียมตัวอย่างฝุ่นพื้นและตัวอย่างบริเวณมือ (swab) ของคนงาน
7. การวิเคราะห์ปริมาณตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียมในตัวอย่างฝุ่นพื้นและบริเวณมือ (swab) ของคนงาน
8. การวิเคราะห์ข้อมูล สรุปและอภิปรายผลการทดลอง ตลอดจนข้อเสนอแนะต่างๆ

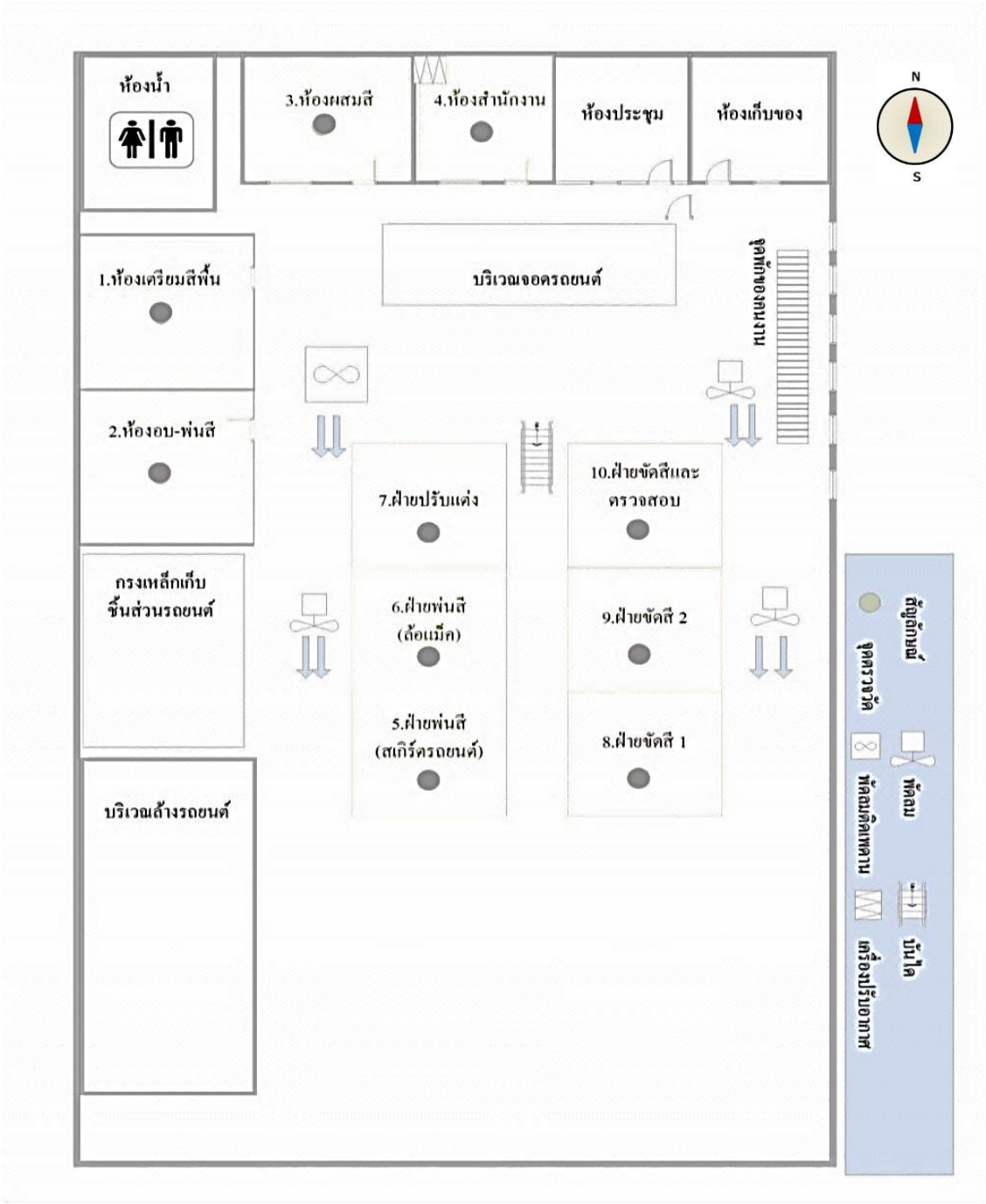
สำหรับขั้นตอนในการดำเนินการวิจัยทั้ง 8 ขั้นตอน มีรายละเอียดดังนี้

1) การทบทวนวรรณกรรมและรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาครั้งนี้

ดำเนินการทบทวนวรรณกรรม และรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยนี้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งข้อมูลการปนเปื้อนของตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียมในตัวอย่างฝุ่นพื้นและบริเวณมือ (swab) ของคนงาน รวมทั้งข้อมูลความปลอดภัยในการทำงานของคนงานในอู่พ่นสีรถยนต์

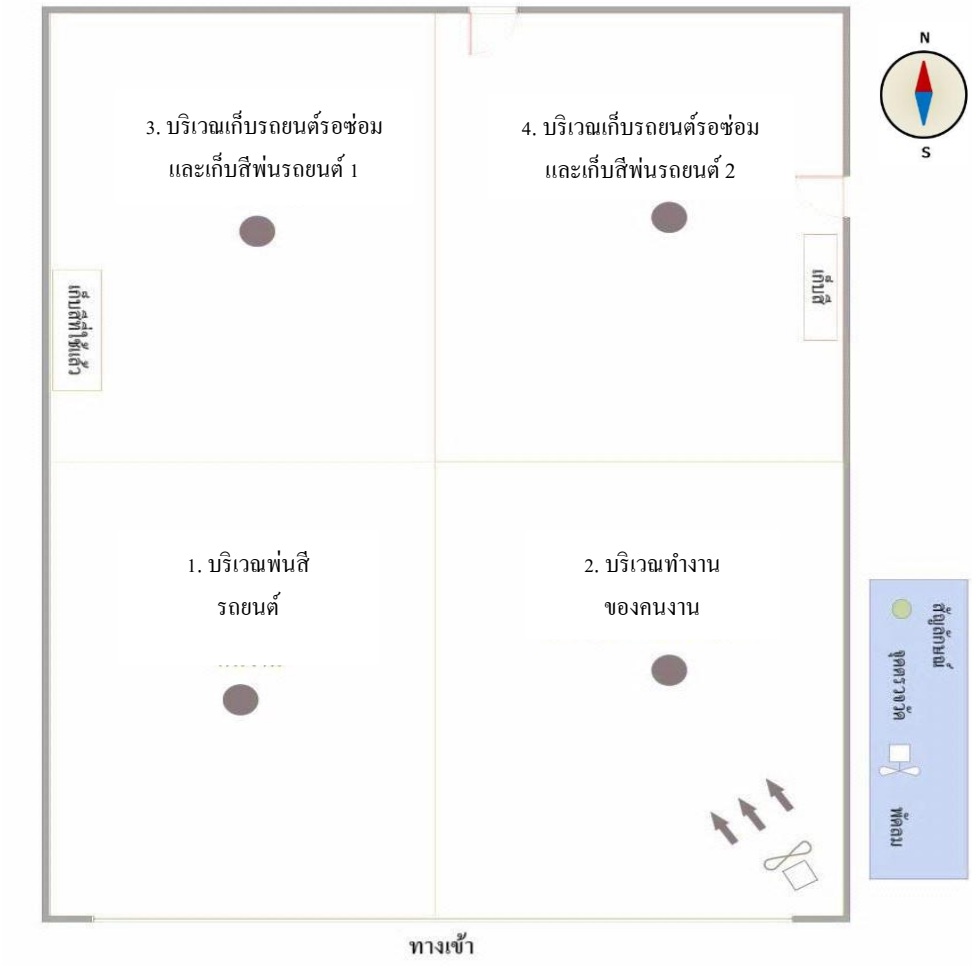
2) การลงพื้นที่และการสำรวจพื้นที่ที่ทำการศึกษา

2.1) สำรวจ เก็บข้อมูลภาคสนาม และกำหนดจุดเก็บตัวอย่างฝุ่นพื้นและบริเวณมือ (swab) ของคนงานในอู่พ่นสีรถยนต์ที่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน ซึ่งอู่พ่นสีรถยนต์ที่มีห้องพ่นสีมาตรฐานตั้งอยู่ในตำบลหาดใหญ่ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา เป็นสถานประกอบการขนาดใหญ่ มีห้องอบ-พ่นสีและห้องเตรียมสีพื้นที่ได้รับมาตรฐาน มีคนงานในแผนกพ่นสีรถยนต์ จำนวน 30 คน บริเวณการทำงานได้กำหนดจุดการทำงานไว้เฉพาะ สวัสดิการของคนงานใช้ระบบรักษาพยาบาลแบบประกันสังคม และมีการตรวจสุขภาพของคนงานทุกๆ 1 ปี ซึ่งในการเก็บตัวอย่างนั้น ผู้วิจัยทำการเก็บตัวอย่างทั้งหมดจำนวน 3 ครั้ง แบ่งตามปริมาณการเข้าใช้บริการพ่นสีรถยนต์จำนวนมาก (71 - 80 คัน/เดือน) ปานกลาง (61 - 70 คัน/เดือน) และน้อย (50 - 60 คัน/เดือน) คือ เดือนพฤษภาคม เดือนเมษายน และเดือนมีนาคม ปี พ.ศ. 2558 ตามลำดับ โดยแต่ละครั้งทำการเก็บตัวอย่างจำนวน 10 บริเวณ ได้แก่ 1) ห้องเตรียมสีพื้น 2) ห้องอบ-พ่นสี 3) ห้องผสมสี 4) ห้องสำนักงาน 5) ฝ่ายพ่นสี (สเกิร์ตรถยนต์) 6) ฝ่ายพ่นสี (ล้อแม็ค) 7) ฝ่ายปรับแต่ง 8) ฝ่ายขัดสี 1 9) ฝ่ายขัดสี 2 และ10) ฝ่ายขัดสีและตรวจสอบ (ภาพที่ 1)



ภาพที่ 1 จุดเก็บตัวอย่างฝุ่นพื้นในอู่พ่นสีรถยนต์ที่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน

2.2) สำรวจ เก็บข้อมูลภาคสนาม และกำหนดจุดเก็บตัวอย่างฝุ่นพื้นและบริเวณมือ (swab) ของคนงานในอู่พ่นสีรถยนต์ที่ไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน ซึ่งอู่พ่นสีรถยนต์ที่ไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน ตั้งอยู่ในตำบลเขารูปช้าง อำเภอเมืองสงขลา จังหวัดสงขลา เป็นสถานประกอบการขนาดเล็ก ไม่มีห้องอบ-พ่นสี ไม่มีห้องเตรียมสีพื้น และไม่มีระบบระบายอากาศที่ได้รับมาตรฐาน มีคนงานจำนวน 3 คน บริเวณการทำงานได้กำหนดจุดการทำงานไว้ สวัสดิการของคนงานใช้ระบบรักษาพยาบาลแบบประกันสังคม และมีการตรวจสุขภาพของคนงานทุกๆ 1 ปี ซึ่งในการเก็บตัวอย่างนั้น ผู้วิจัยทำการเก็บตัวอย่างทั้งหมดจำนวน 3 ครั้ง แบ่งตามปริมาณการเข้าใช้บริการพ่นสีรถยนต์จำนวนมาก (11 - 15 คัน/เดือน) ปานกลาง (5 - 10 คัน/เดือน) และน้อย (น้อยกว่า 5 คัน/เดือน) คือ เดือนมีนาคม เดือนเมษายน และเดือนพฤษภาคม ปี พ.ศ. 2558 ตามลำดับ โดยแต่ละครั้งทำการเก็บตัวอย่างจำนวน 4 บริเวณ ได้แก่ 1) บริเวณพ่นและขัดสีรถยนต์ 2) บริเวณทำงานของคนงาน 3) บริเวณเก็บรถยนต์รอซ่อมและเก็บสีพ่นรถยนต์ 1 และ 4) บริเวณเก็บรถยนต์รอซ่อมและเก็บสีพ่นรถยนต์ 2 (ภาพที่ 2)



ภาพที่ 2 จุดเก็บตัวอย่างฝุ่นพื้นในอู่พ่นสีรถยนต์ที่ไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน

3) การเก็บตัวอย่างฝุ่นพื้น

3.1) เตรียมอุปกรณ์ก่อนการเก็บตัวอย่างฝุ่นพื้น ได้แก่ หลอดพลาสติกชนิด polypropylene ที่มีฝาปิด ขนาด 50 มิลลิลิตร ผ้าเช็ดทำความสะอาดผิวแบบเปียก (moist wipes) ถุงมือทางการแพทย์ ผ้าปิดจมูก กรอบเก็บตัวอย่างฝุ่นพื้น ขนาด 0.1 ตารางเมตร และปากกาเคมี ซึ่งในการเก็บตัวอย่างฝุ่นพื้น ได้ดำเนินการตามวิธีมาตรฐานของ NIOSH Method 9105 (NIOSH, 2003a), ASTM (2003)

3.2) กำหนดบริเวณที่จะเก็บตัวอย่าง และวางกรอบเก็บตัวอย่างฝุ่นพื้น ขนาด 0.1 ตารางเมตร บนพื้นที่ที่จะเก็บตัวอย่าง โดยการเก็บตัวอย่างฝุ่นพื้นจะทำการเก็บในกรอบพื้นที่ขนาด 0.1 ตารางเมตร ซึ่งในอู่พ่นสีรถยนต์จะเลือกพื้นที่ที่คนงานใช้เวลาในการทำงานมากที่สุดในแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง

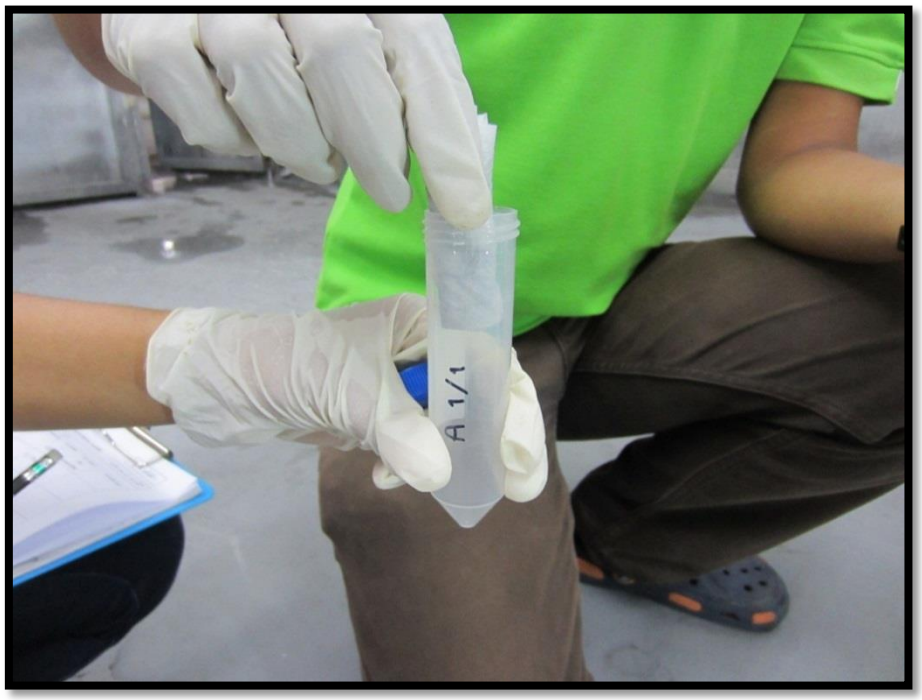
3.3) ทำการเก็บตัวอย่างฝุ่นพื้นโดยใช้ผ้าเช็ดทำความสะอาดผิวแบบเปียก (moist wipes) เช็ดบนพื้นที่ในกรอบที่วางไว้ในแนวนอนหลายๆ ครั้ง จนครอบคลุมพื้นที่ในกรอบ ขนาด 0.1 ตารางเมตร (รูปที่ 5)

3.4) เมื่อทำการเก็บตัวอย่างฝุ่นพื้นเสร็จแล้วเสร็จให้นำผ้าเช็ดทำความสะอาดผิวแบบเปียก (moist wipes) ใส่ในหลอดพลาสติกชนิด polypropylene ที่มีฝาปิด พร้อมระบุวันที่ สถานที่ และรายละเอียดอื่นๆ ในการเก็บตัวอย่างอย่างชัดเจน (รูปที่ 6)

3.5) ในการเก็บตัวอย่างฝุ่นพื้นทุกครั้งจะต้องทำการเตรียมตัวอย่าง Field Blank โดยนำผ้าเช็ดทำความสะอาดผิวแบบเปียก (moist wipes) ที่ยังไม่ได้เช็ดฝุ่นพื้นไปใส่ในหลอดพลาสติกชนิด polypropylene ที่มีฝาปิด ซึ่งทำการเก็บตัวอย่าง field blank จำนวน 2 field blanks ต่อ 1 ชุดตัวอย่าง แล้วนำไปวิเคราะห์หาค่าโลหะหนัก

3.6) นำหลอดตัวอย่างฝุ่นพื้นที่ได้ไปเก็บไว้ในห้องเย็นที่มีอุณหภูมิ -25 องศาเซลเซียส เพื่อรักษาสภาพ จนกว่าจะทำการวิเคราะห์โลหะหนักต่อไป

รูปที่ 5 การเก็บตัวอย่างฝุ่นพื้นบนพื้นที่ขนาด 0.1 ตารางเมตร



รูปที่ 6 การเก็บผ้าเช็ดทำความสะอาดผิวแบบเปียก (moist wipes) ที่เก็บตัวอย่างฝุ่นเสร็จเรียบร้อยแล้วในหลอดพลาสติกชนิด polypropylene

4) การเก็บตัวอย่างบริเวณมือ (swab) ของคนงาน

4.1) ดำเนินการเก็บตัวอย่างบริเวณมือ (swab) ทั้ง 2 ข้างของคนงานที่ทำงานในอู่พ่นสีรถยนต์ทั้ง 2 แห่งคือ อู่พ่นสีรถยนต์ที่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน และไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน

4.2) เก็บตัวอย่างบริเวณมือ (swab) ของคนงานในอู่พ่นสีรถยนต์ทั้ง 2 แห่ง ตามคำแนะนำของ NIOSH Method 9105 (2003a) โดยทำการเก็บตัวอย่างจากคนงานในอู่พ่นสีรถยนต์ที่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน จำนวน 30 คน และจากคนงานในอู่พ่นสีรถยนต์ที่ไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน จำนวน 3 คน

4.3) แจ้งคนงานให้นำผ้าเช็ดทำความสะอาดผิวแบบเปียก (moist wipes) ออกจากถุงและแผ่ออกให้เป็นแผ่นด้วยตนเอง เพื่อป้องกันการปนเปื้อน

4.4) แนะนำคนงานให้ใช้ moist wipes ด้านใดด้านหนึ่งเพียงด้านเดียวเช็ดมือตนเองทั้ง 2 ข้าง โดยเช็ดบริเวณฝ่ามือก่อน เป็นเวลาอย่างน้อย 15 วินาที ตามด้วยเช็ดบริเวณหลังมือ เป็นเวลาอย่างน้อย 15 วินาที

4.5) นำ moist wipes ที่ผ่านการเช็ดบริเวณมือ (swab) ของคนงานแล้ว ใส่ในหลอดพลาสติกชนิด polypropylene ที่มีฝาปิด พร้อมระบุวันที่ สถานที่ และรายละเอียดอื่นๆ ในการเก็บตัวอย่างอย่างชัดเจน

4.6) ในการเก็บตัวอย่างบริเวณมือ (swab) ของคนงานทุกครั้ง จะต้องทำการเตรียมตัวอย่าง Field Blank โดยนำผ้าเช็ดทำความสะอาดผิวแบบเปียก (moist wipes) ที่ยังไม่ได้เช็ดบริเวณมือ (swab) ไปใส่ในหลอดพลาสติกชนิด polypropylene ที่มีฝาปิด ซึ่งทำการเก็บตัวอย่าง field blank จำนวน 2 field blanks ต่อ 1 ชุดตัวอย่าง แล้วนำไปวิเคราะห์หาค่าโลหะหนัก

4.7) นำหลอดตัวอย่างบริเวณมือ (swab) ของคนงานที่ได้เก็บในห้องเย็นที่มีอุณหภูมิ -25 องศาเซลเซียส เพื่อรักษาสภาพ จนกว่าจะทำการวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนัก

5) การเก็บข้อมูลจากแบบสอบถาม

ดำเนินการเก็บข้อมูลจากแบบสอบถามในอู่พ่นสีรถยนต์ที่ศึกษา จำนวน 2 แห่ง คือ อู่พ่นสีรถยนต์ที่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน และอู่พ่นสีรถยนต์ที่ไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน ด้วยวิธีการเดินสำรวจ (walk-through survey) และการสัมภาษณ์คนงาน ซึ่งข้อมูลในแบบสอบถามจะเป็นข้อมูลทั่วไป ข้อมูลด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมในอู่พ่นสีรถยนต์ และข้อมูลสุขวิทยาส่วนบุคคลของคนงานที่มีผลต่อการปนเปื้อนของตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียมในสิ่งแวดล้อมการทำงานและการได้รับโลหะหนักดังกล่าวเข้าสู่ร่างกาย จากนั้นทำการวิเคราะห์ข้อมูลในแบบสอบถาม โดยการวิเคราะห์แจกแจงความถี่ และร้อยละ

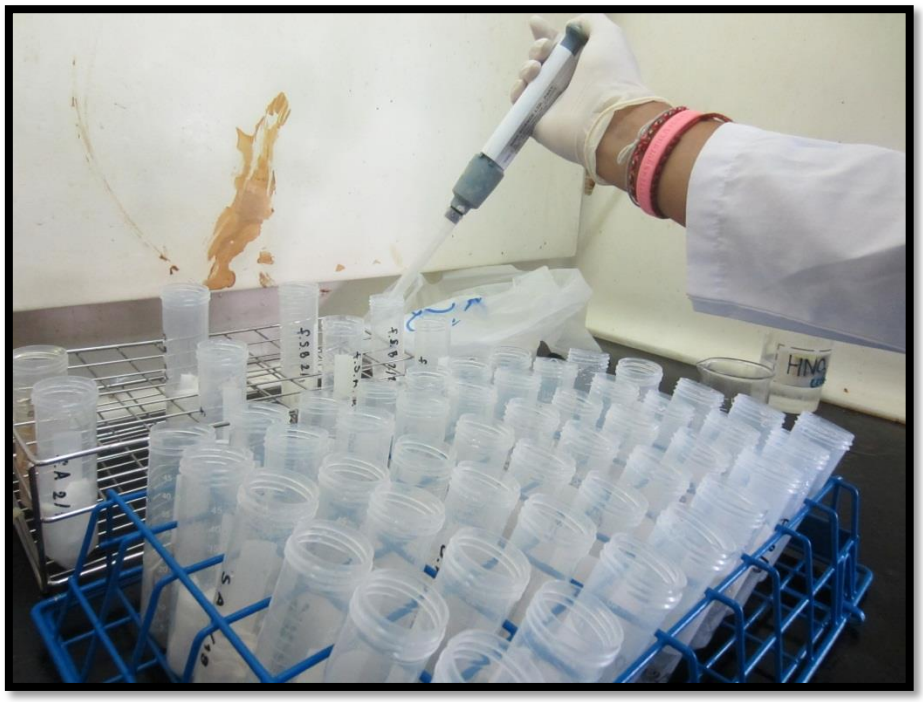
6) การเตรียมตัวอย่างฝุ่นพื้นและตัวอย่างบริเวณมือ (swab) ของคนงาน

6.1) นำตัวอย่างฝุ่นพื้นและตัวอย่างบริเวณมือ (swab) ของคนงานที่ใส่ในหลอดพลาสติกชนิด polypropylene ที่มีฝาปิด มาเติมกรดไนตริกเข้มข้น (conc.HNO_3) ปริมาตร 5 มิลลิลิตร และกรดเปอร์คลอริก ($HClO_4$) ปริมาตร 2 มิลลิลิตร (รูปที่ 7 และรูปที่ 8)

6.2) ย่อยด้วยอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (water bath) ที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง

6.3) เติมกรดไนตริก ความเข้มข้น 4% (HNO_3) ปริมาตร 5 มิลลิลิตร และกรดเปอร์คลอริกความเข้มข้น 1 % ($HClO_4$) ปริมาตร 5 มิลลิลิตร

6.4) กรองด้วยกระดาษกรองสาร เบอร์ 1 ยี่ห้อ macherey-nagel (MN) แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นปราศจากไอออน (deionized water) ให้ได้ปริมาตร 10 มิลลิลิตร จากนั้นใส่สารละลายที่ได้ใน volumetric flask (รูปที่ 9)



รูปที่ 7 การเติมกรดไนตริกเข้มข้น (conc.HNO_3) ในตัวอย่าง

รูปที่ 8 การเติมกรดเปอร์คลอริก ($HClO_4$) ในตัวอย่าง

รูปที่ 9 การกรองสารสารละลายตัวอย่างด้วยกระดาษกรองสาร

7) การวิเคราะห์ปริมาณตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียมในตัวอย่างฝุ่นพื้นและบริเวณมือ (swab) ของคนงาน

นำสารละลายที่ได้ไปวิเคราะห์หาปริมาณตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียม ด้วยเครื่อง inductively coupled plasma-optical emission spectrometer (ICP-OES) รุ่น optima 4300 ณ หน่วยเครื่องมือกลาง คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ (รูปที่ 10)

รูปที่ 10 การเตรียมสารละลายที่ได้เพื่อวิเคราะห์หาปริมาณตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียม โดยใช้เครื่อง ICP-OES รุ่น optima 4300 DV

คำนวณความเข้มข้นของตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียม ในตัวอย่างฝุ่นพื้น และบริเวณมือ (swab) ของคนงาน โดยใช้สูตรในสมการที่ 1 และ 2 ตามลำดับ

สูตรคำนวณความเข้มข้นของตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียม ในตัวอย่างฝุ่นพื้น

$$C = \frac{C_s V_S - C_b V_b}{0.1\ m^2}$$

$$= \frac{\left(\mu g/_{mL}\ X\ mL\right) - \left(\mu g/_{mL}\ X\ mL\right)}{0.1\ m^2} = \mu g/m^2$$

เปลี่ยนหน่วยจาก $\mu g/m^2$ ไปเป็น $\mu g/ft^2$ โดยนำค่าจากหน่วย $\mu g/m^2$ หารด้วย 10.763

(สมการที่ 1)

สูตรคำนวณความเข้มข้นของตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียม บริเวณมือ (Swab) ของคนงาน

$$C = \frac{C_s V_S - C_b V_b}{225\ cm^2}$$

$$= \frac{\left(\mu g/_{mL}\ X\ mL\right) - \left(\mu g/_{mL}\ X\ mL\right)}{225\ cm^2} = \mu g/cm^2$$

เปลี่ยนหน่วยจาก $\mu g/cm^2$ ไปเป็น $\mu g/ft^2$ โดยนำค่าจากหน่วย $\mu g/cm^2$ คูณด้วย 30.48^2

(สมการที่ 2)

หมายเหตุ

C = สูตรคำนวณความเข้มข้นของโลหะหนัก

Cs = ความเข้มข้นของโลหะหนัก (µg/mL)

Vs = ปริมาตรของสารละลาย (mL)

Cb = ค่าเฉลี่ยของ Blank (µg/mL)

Vb = ปริมาตรของ Blank (mL)

พื้นที่เก็บตัวอย่างฝุ่นพื้น = 0.1 m^2

พื้นที่เก็บตัวอย่างบริเวณมือ (Swab) ของคนงาน = 15 cm x 15 cm = 225 cm^2

8) การวิเคราะห์ข้อมูล สรุปและอภิปรายผลการทดลอง

8.1) การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลความเข้มข้นของตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียมในตัวอย่างฝุ่นพื้นและตัวอย่างบริเวณมือ (swab) ของคนงานซึ่งได้จากการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ สถิติที่ใช้คือ การหาค่าเฉลี่ย (mean) ค่าสูงสุด (max) ค่าต่ำสุด (min) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation, SD)

8.2 เปรียบเทียบความเข้มข้นของตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียม ในฝุ่นพื้นและบริเวณมือ (Swab) ของคนงาน ในช่วงที่มีปริมาณการเข้าใช้บริการพ่นสีรถยนต์ต่างกัน คือ จำนวนมาก ปานกลาง และน้อย วิเคราะห์ด้วยสถิติแบบ Kruskal-Wallis One-Way Analysis of Variance Test ที่ระดับนัยสำคัญที่สถิติ 0.05

8.3 เปรียบเทียบความเข้มข้นของตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียมในฝุ่นพื้นและบริเวณมือ (Swab) ของคนงานระหว่างอู่พ่นสีรถยนต์ที่มีห้องพ่นสีรถยนต์และไม่มีห้องพ่นสีรถยนต์ วิเคราะห์ด้วยสถิติแบบ Mann–Whitney U Test ที่ระดับนัยสำคัญที่สถิติ 0.05

8.4 ศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อความเข้มข้นของตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียมในอู่พ่นสีรถยนต์โดยใช้ข้อมูลผลการวิเคราะห์โลหะหนักจากห้องปฏิบัติการ และข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถาม

บทที่ 4
ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

การศึกษาความเข้มข้นของตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียมในอู่พ่นสีรถยนต์นี้ ได้ทำการเก็บตัวอย่างฝุ่นพื้นในอู่พ่นสีรถยนต์ที่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน จำนวน 10 ตัวอย่าง และตัวอย่างบริเวณมือ (swab) ของคนงาน จำนวน 30 คน โดยเก็บตัวอย่างจำนวน 3 ครั้ง แบ่งตามปริมาณการเข้าใช้บริการพ่นสีรถยนต์คือ จำนวนมาก (71 - 80 คัน/เดือน) ปานกลาง (61 - 70 คัน/เดือน) และน้อย (50 - 60 คัน/เดือน) ซึ่งได้แก่ เดือนพฤษภาคม เดือนเมษายน และเดือนมีนาคม ปี พ.ศ. 2558 ตามลำดับ ส่วนอู่พ่นสีรถยนต์ที่ไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน ได้ทำการเก็บตัวอย่างฝุ่นพื้น จำนวน 4 ตัวอย่าง และตัวอย่างบริเวณมือ (swab) ของคนงาน จำนวน 3 ตัวอย่าง โดยเก็บตัวอย่างจำนวน 3 ครั้ง แบ่งตามปริมาณการเข้าใช้บริการพ่นสีรถยนต์ คือจำนวนมาก (11 - 15 คัน/เดือน) ปานกลาง (5 - 10 คัน/เดือน) และน้อย (น้อยกว่า 5 คัน/เดือน) ซึ่งได้แก่ เดือนมีนาคม เดือนเมษายน และเดือนพฤษภาคม ปีพ.ศ. 2558 ตามลำดับ

4.1 ความเข้มข้นของตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียมในตัวอย่างฝุ่นพื้นและตัวอย่างบริเวณมือ (swab) ของคนงานในอู่พ่นสีรถยนต์ที่มีห้องพ่นสีมาตรฐานและไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน

การวิเคราะห์หาค่าความเข้มข้นของตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียมในตัวอย่างฝุ่นพื้นและตัวอย่างบริเวณมือ (swab) ของคนงาน ดำเนินการโดยใช้เครื่อง inductively coupled plasma-optical emission spectrometer (ICP-OES) รุ่น optima 4300 ซึ่งผลการทดลองมีดังนี้

4.1.1 ความเข้มข้นของตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียมในตัวอย่างฝุ่นพื้นจากอู่พ่นสีรถยนต์ที่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน

ผลการตรวจวัดตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียม ในตัวอย่างฝุ่นพื้นจากอู่พ่นสีรถยนต์ที่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน จำนวน 10 ตัวอย่าง ดังแสดงไว้ในตารางที่ 2 - 4

ตารางที่ 2 ความเข้มข้นของตะกั่วในตัวอย่างฝุ่นพื้นจากอู่พ่นสีรถยนต์ที่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน (หน่วย : ไมโครกรัมต่อตารางฟุต)

บริเวณเก็บตัวอย่าง	ปริมาณการเข้าใช้บริการพ่นสีรถยนต์		
	มาก	ปานกลาง	น้อย
ห้องเตรียมสีพื้น	1.01	0.46	0.11
ห้องอบ-พ่นสี	1.34	0.41	0.33
ห้องผสมสี	11.69	12.75	1.90
ห้องสำนักงาน	9.85	10.12	14.37
ฝ่ายพ่นสี(สเกิร์ตรถยนต์)	6.73	3.27	4.80
ฝ่ายพ่นสี (ล้อแม็ค)	6.64	2.60	3.42
ฝ่ายปรับแต่ง	7.94	4.31	2.24
ฝ่ายขัดสี 1	20.15	5.74	7.92
ฝ่ายขัดสี 2	15.86	5.69	10.77
ฝ่ายขัดสีและตรวจสอบ	18.00	0.15	2.35
ค่าต่ำสุด	**1.01**	**0.15**	**0.11**
ค่าสูงสุด	**20.15**	**12.75**	**14.37**
ค่าเฉลี่ย	**9.92**	**4.55**	**4.82**
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	**6.55**	**4.21**	**4.74**

ความเข้มข้นสูงสุดของตะกั่วในตัวอย่างฝุ่นพื้นจากอู่พ่นสีรถยนต์ที่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน มีค่าเท่ากับ 20.15 ไมโครกรัมต่อตารางฟุต โดยพบในฝ่ายขัดสี 1 ในช่วงที่มีปริมาณการใช้บริการพ่นสีรถยนต์จำนวนมาก (เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2558) ส่วนค่าความเข้มข้นต่ำสุดของตะกั่วในตัวอย่างฝุ่นพื้น มีค่าเท่ากับ 0.11 ไมโครกรัมต่อตารางฟุต โดยพบในห้องเตรียมสีพื้น ในช่วงที่มีปริมาณการใช้บริการพ่นสีรถยนต์จำนวนน้อย (เดือนมีนาคม พ.ศ. 2558) ดังแสดงไว้ในตารางที่ 2

ตารางที่ 3 ความเข้มข้นของแคดเมียมในตัวอย่างฝุ่นพื้นจากอู่พ่นสีรถยนต์ที่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน (หน่วย : ไมโครกรัมต่อตารางฟุต)

บริเวณเก็บตัวอย่าง	ปริมาณการเข้าใช้บริการพ่นสีรถยนต์		
	มาก	ปานกลาง	น้อย
ห้องเตรียมสีพื้น	0.09	ND	ND
ห้องอบ-พ่นสี	0.13	ND	0.08
ห้องผสมสี	0.19	0.01	0.07
ห้องสำนักงาน	0.15	ND	0.17
ฝ่ายพ่นสี(สเกิร์ตรถยนต์)	0.25	0.06	0.16
ฝ่ายพ่นสี (ล้อแม็ค)	0.22	ND	0.07
ฝ่ายปรับแต่ง	0.26	ND	0.07
ฝ่ายขัดสี 1	0.28	ND	0.03
ฝ่ายขัดสี 2	0.26	ND	0.03
ฝ่ายขัดสีและตรวจสอบ	0.27	0.03	ND
ค่าต่ำสุด	**0.09**	**ND**	**ND**
ค่าสูงสุด	**0.28**	**0.06**	**0.17**
ค่าเฉลี่ย	**0.21**	**0.01**	**0.07**
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	**0.07**	**0.02**	**0.06**

หมายเหตุ : ND (non-detectable) : ค่าความเข้มข้นน้อยกว่าขีดความสามารถของการวิเคราะห์

ความเข้มข้นสูงสุดของแคดเมียมในตัวอย่างฝุ่นพื้นจากอู่พ่นสีรถยนต์ที่มีห้องพ่นสีมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.28 ไมโครกรัมต่อตารางฟุต โดยพบในฝ่ายขัดสี 1 ในช่วงที่มีปริมาณการใช้บริการพ่นสีรถยนต์จำนวนมาก (เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2558) ส่วนค่าความเข้มข้นต่ำสุดมีค่าน้อยกว่าขีดความสามารถของการวิเคราะห์ (< Detection Limit =<2.833×10^{-5} ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์ฟุต) โดยพบในช่วงที่มีปริมาณการใช้บริการพ่นสีรถยนต์จำนวนปานกลาง (เดือนเมษายนพ.ศ. 2558) ในห้องเตรียมสีพื้น ห้องอบ-พ่นสี ห้องสำนักงาน ฝ่ายพ่นสี (ล้อแม็ค) ฝ่ายปรับแต่ง ฝ่ายขัดสี 1 และฝ่ายขัดสี 2 และในห้องเตรียมสีพื้นและฝ่ายขัดสีและตรวจสอบ ในช่วงที่มีปริมาณการใช้บริการพ่นสีรถยนต์จำนวนน้อย (เดือนมีนาคม พ.ศ. 2558) ดังแสดงไว้ในตารางที่ 3

ตารางที่ 4 ความเข้มข้นของโครเมียมในตัวอย่างฝุ่นพื้นจากอู่พ่นสีรถยนต์ที่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน (หน่วย : ไมโครกรัมต่อตารางฟุต)

บริเวณเก็บตัวอย่าง	ปริมาณการเข้าใช้บริการพ่นสีรถยนต์		
	มาก	ปานกลาง	น้อย
ห้องเตรียมสีพื้น	3.58	4.66	ตรวจไม่พบ
ห้องอบ-พ่นสี	8.25	3.90	7.60
ห้องผสมสี	25.80	9.44	0.86
ห้องสำนักงาน	3.86	3.94	0.29
ฝ่ายพ่นสี(สเกิร์ตรถยนต์)	24.84	38.37	8.50
ฝ่ายพ่นสี (ล้อแม็ค)	37.43	28.89	20.53
ฝ่ายปรับแต่ง	44.84	14.36	12.92
ฝ่ายขัดสี 1	13.57	4.38	3.48
ฝ่ายขัดสี 2	14.93	6.32	6.78
ฝ่ายขัดสีและตรวจสอบ	13.49	19.90	2.30
ค่าต่ำสุด	**3.58**	**3.90**	**ตรวจไม่พบ**
ค่าสูงสุด	**44.84**	**38.37**	**20.53**
ค่าเฉลี่ย	**19.06**	**13.42**	**6.33**
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	**13.93**	**12.06**	**6.52**

สำหรับความเข้มข้นสูงสุดของโครเมียมในตัวอย่างฝุ่นพื้นจากอู่พ่นสีรถยนต์ที่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน พบในฝ่ายปรับแต่งในช่วงที่มีปริมาณการใช้บริการพ่นสีรถยนต์จำนวนมาก (เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2558) มีค่าเท่ากับ 44.84 ไมโครกรัมต่อตารางฟุต ส่วนค่าความเข้มข้นต่ำสุดคือตรวจไม่พบ (<ขีดความสามารถของการวิเคราะห์ =<2.833 x 10^{-5} ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์ฟุต) โดยพบในห้องเตรียมสีพื้น ในช่วงที่ปริมาณมีการใช้บริการพ่นสีรถยนต์จำนวนน้อย (เดือนมีนาคม พ.ศ. 2558) ดังแสดงไว้ในตารางที่ 4

วิจารณ์ผลการทดลองมีดังนี้

จากผลการทดลองข้างต้นจะเห็นได้ว่าค่าความเข้มข้นสูงสุดของตะกั่วและแคดเมียมในตัวอย่างฝุ่นพื้นจากอู่พ่นสีรถยนต์ที่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน พบความเข้มข้นมากที่สุดในฝ่ายขัดสี 1 ส่วนความเข้มข้นสูงสุดของโครเมียมพบในฝ่ายปรับแต่ง โดยโลหะหนักทั้ง 3 ชนิดนี้ ตรวจพบค่าความเข้มข้นสูงสุดในในช่วงเวลาที่มีปริมาณการใช้บริการพ่นสีรถยนต์จำนวนมาก (เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2558) ทั้งนี้เนื่องจากกระบวนการขัดสี จะมีอยู่ 2 แบบด้วยกัน คือ การขัดสีละเอียด และการขัดสีหยาบ ซึ่งเป็นกระบวนการที่ขัดระหว่างสีเก่าและสีใหม่ให้มีความเสมอกัน และเพิ่มความคงทนของสีรถยนต์ หรือเป็นการนำสิ่งสกปรกที่ฝังติดอยู่บนหน้าแลคเกอร์ของสีรถออก และเคลือบสีเพื่อเพิ่มความเงางามของสารเคมีที่ใช้เคลือบสี (พงษ์ศักดิ์ บุญธรรมกุล, 2549) และพื้นที่ปฏิบัติงานของคนงานในฝ่ายขัดสี 1 ฝ่ายขัดสี 2 และฝ่ายขัดสีและตรวจสอบไม่มีผนังกั้น เมื่อคนงานปฏิบัติงานขัดสีทำให้มีฝุ่นที่มีปนเปื้อนโลหะหนักฟุ้งกระจายไปยังฝ่ายต่าง ๆ รวมทั้งพื้นที่ทางด้านทิศเหนือหรือตะวันออกของอู่พ่นสีรถยนต์ซึ่งเป็นพื้นที่โล่งไม่มีผนังกั้น มีลมจากธรรมชาติพัดเข้า-ออกอยู่ตลอดเวลา จึงเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้มีการฟุ้งกระจายของฝุ่นโลหะหนักไปยังฝ่ายต่างๆ ได้ นอกจากนี้ประชาชนที่อาศัยอยู่ใกล้เคียงกับอู่พ่นสีรถยนต์ก็อาจจะได้รับสารโลหะหนักด้วยเช่นกัน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของเจริญศักดิ์ งานไตรไร (2545) ที่พบตะกั่ว แคดเมียม โครเมียม และสารอื่นๆ จากสถานประกอบการพ่นสีรถยนต์และมีการฟุ้งกระจายของละอองสีไปยังที่พักอาศัยของประชาชนที่อยู่ใกล้เคียงได้

ความเข้มข้นสูงสุดของโครเมียมพบในฝ่ายปรับแต่ง ซึ่งกระบวนปรับแต่งในอู่พ่นสีรถยนต์เป็นกระบวนการที่จะแก้ไข หรือซ่อมรถยนต์โดยวิธีการตัด ดัด ปรับ เคาะตัวถัง กันชน และส่วนอื่นๆ ที่เกิดจากสาเหตุต่าง ๆ เช่น อุบัติเหตุ รอบบุบ รอยฉีดขาด ให้กลับมาสู่สภาพเดิม (สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย, 2548) จึงทำให้มีการปล่อยฝุ่นของโครเมียมออกสู่สิ่งแวดล้อมการทำงานเป็นจำนวนมาก อีกทั้งฝ่ายปรับแต่ง ฝ่ายพ่นสี (ล้อแม็ค) และฝ่ายพ่นสี (สเกิร์ตรถยนต์) ไม่มีผนังกั้น เมื่อคนงานปฏิบัติงานจึงทำให้ฝุ่นที่มีการปนเปื้อนฟุ้งกระจายไปยังฝ่ายต่าง ๆ ได้อีกด้วย อีกปัจจัยหนึ่งที่ทำให้ค่าความเข้มข้นของโครเมียมมีค่าสูง คือ พัดลมของอู่พ่นสีรถยนต์ซึ่งติดตั้งบนเพดานบริเวณจอดรถยนต์ ซึ่งในแต่ละวันจะมีรถยนต์ที่เข้า-ออกบริเวณนี้เป็นจำนวนมาก จึงทำให้มีการพัดพาโลหะหนักมายังบริเวณนี้ได้ จากการศึกษาของ Wong และ Mak (1997) ได้ทำการวิเคราะห์โลหะหนักในฝุ่นพื้นผิว (surface dust) ในฮ่องกง พบว่าฝุ่นที่มีการปนเปื้อนของโลหะหนักมาจากยานยนต์ และสอดคล้องกับ Ng และคณะ (2003) ที่ได้ศึกษาระดับของโลหะหนัก 7 ชนิด ได้แก่ สังกะสี ทองแดง แคดเมียม โครเมียม ตะกั่ว เหล็ก และแมงกานีส ในฝุ่นพื้นในฮ่องกง และพบว่า ฝุ่นพื้นมีการปนเปื้อนโลหะหนักจากการจราจร

ส่วนช่วงเวลาที่มีปริมาณการใช้บริการพ่นสีรถยนต์ เป็นปัจจัยที่ส่งผลให้ปริมาณของตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียมในฝุ่นพื้นมีค่าสูง ซึ่งในช่วงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2558 เป็นช่วงเวลาที่มีปริมาณการใช้บริการพ่นสีรถยนต์ในอู่พ่นสีรถยนต์ที่มีห้องพ่นสีมาตรฐานจำนวนมาก (71 - 80 คัน/เดือน) จึงทำให้มีปริมาณของตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียมที่เกิดจากกระบวนการขัดสีและปรับแต่งปล่อยออกสู่สิ่งแวดล้อมมากขึ้นตามจำนวนของรถยนต์ที่มาเข้าใช้บริการด้วย

4.1.2 ความเข้มข้นของตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียมในตัวอย่างบริเวณมือ (swab) ของคนงานในอู่พ่นสีรถยนต์ที่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน

ผลการตรวจวัดตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียมในตัวอย่างบริเวณมือ (swab) ของคนงานในอู่พ่นสีรถยนต์ที่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน จำนวน 30 ตัวอย่าง ดังแสดงไว้ในตารางที่ 5 - 7

ตารางที่ 5 ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของตะกั่วในตัวอย่างบริเวณมือ (swab) ของคนงานในอู่พ่นสีรถยนต์ที่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน (หน่วย : ไมโครกรัมต่อตารางฟุต)

บริเวณทำงานของกลุ่มตัวอย่าง (n=30)	ปริมาณการเข้าใช้บริการพ่นสีรถยนต์		
	มาก	ปานกลาง	น้อย
ห้องเตรียมสีพื้น (n=3)	3.11	1.09	4.20
ห้องอบ-พ่นสี (n=2)	2.91	0.77	2.77
ห้องผสมสี (n=3)	2.72	0.92	2.13
ห้องสำนักงาน (n=2)	2.33	3.35	1.65
ฝ่ายพ่นสี (สเกิร์ตรถยนต์) (n=3)	1.45	5.31	6.28
ฝ่ายพ่นสี (ล้อแม็ค) (n=3)	2.89	1.60	7.50
ฝ่ายปรับแต่ง (n=7)	5.80	0.68	1.78
ฝ่ายขัดสี 1 (n=2)	20.88	1.51	0.35
ฝ่ายขัดสี 2 (n=2)	3.05	8.26	0.62
ฝ่ายขัดสีและตรวจสอบ (n=3)	2.31	1.51	1.35
ค่าเฉลี่ยต่ำสุด	**1.45**	**0.68**	**0.35**
ค่าเฉลี่ยสูงสุด	**20.88**	**8.26**	**7.50**
ค่าเฉลี่ย	**4.75**	**2.50**	**2.86**
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	**5.78**	**2.48**	**2.40**

ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นสูงสุดของตะกั่วในตัวอย่างบริเวณมือ (swab) ของคนงานในอู่พ่นสีรถยนต์ที่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน มีค่าเท่ากับ 20.88 ไมโครกรัมต่อตารางฟุต โดยพบในคนงานประเภทขัดสี 1 ช่วงที่มีปริมาณการใช้บริการพ่นสีรถยนต์จำนวนมาก (เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2558) ส่วนค่าเฉลี่ยความเข้มข้นต่ำสุดของตะกั่ว คือ 0.35 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์ฟุต โดยพบในคนงานฝ่ายฝ่ายขัดสี 1 ในช่วงที่มีปริมาณการใช้บริการพ่นสีรถยนต์น้อย (มีนาคม พ.ศ. 2558) ดังแสดงไว้ในตารางที่ 5

ตารางที่ 6 ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของแคดเมียมในตัวอย่างบริเวณมือ (swab) ของคนงานในอู่พ่นสีรถยนต์ที่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน (หน่วย : ไมโครกรัมต่อตารางฟุต)

บริเวณทำงานของกลุ่มตัวอย่าง (n=30)	**ปริมาณการเข้าใช้บริการพ่นสีรถยนต์**		
	มาก	**ปานกลาง**	**น้อย**
ห้องเตรียมสีพื้น (n=3)	1.26	0.03	0.01
ห้องอบ-พ่นสี (n=2)	1.05	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ
ห้องผสมสี (n=3)	1.03	0.03	ตรวจไม่พบ
ห้องสำนักงาน (n=2)	0.97	0.16	ตรวจไม่พบ
ฝ่ายพ่นสี (สเกิร์ตรถยนต์) (n=3)	0.95	0.08	ตรวจไม่พบ
ฝ่ายพ่นสี (ล้อแม็ค) (n=3)	0.99	0.07	ตรวจไม่พบ
ฝ่ายปรับแต่ง (n=7)	0.98	0.05	ตรวจไม่พบ
ฝ่ายขัดสี 1 (n=2)	2.24	0.08	ตรวจไม่พบ
ฝ่ายขัดสี 2 (n=2)	0.89	0.06	ตรวจไม่พบ
ฝ่ายขัดสีและตรวจสอบ (n=3)	0.92	0.02	ตรวจไม่พบ
ค่าเฉลี่ยต่ำสุด	**0.89**	**ตรวจไม่พบ**	**ตรวจไม่พบ**
ค่าเฉลี่ยสูงสุด	**2.24**	**0.16**	**0.01**
ค่าเฉลี่ย	**1.13**	**0.06**	**ตรวจไม่พบ**
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	**0.40**	**0.04**	**ตรวจไม่พบ**

ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นสูงสุดของแคดเมียมในตัวอย่างบริเวณมือ (swab) ของคนงาน มีค่าเท่ากับ 2.24 ไมโครกรัมต่อตารางฟุต โดยพบในคนงานประเภทขัดสี 1 ช่วงที่มีปริมาณการใช้บริการพ่นสีรถยนต์จำนวนมาก (เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2558) ส่วนค่าเฉลี่ยความเข้มข้นต่ำสุด คือตรวจไม่พบ (<ขีดความสามารถของการวิเคราะห์ =<2.833 x 10^{-5} ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์ฟุต) โดยพบในคนงานประเภทอบพ่นสี ในช่วงเวลาที่มีปริมาณการใช้บริการพ่นสีรถยนต์จำนวนปานกลาง (เดือน

เมษายน พ.ศ. 2559) และพบในคนงานทุกประเภท ยกเว้นห้องเตรียมสีพื้น ในช่วงที่มีปริมาณการใช้บริการพ่นสีรถยนต์น้อย (มีนาคม พ.ศ. 2558) ดังแสดงไว้ในตารางที่ 6

ตารางที่ 7 ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของโครเมียมในตัวอย่างบริเวณมือ (swab) ของคนงานในอู่พ่นสีรถยนต์ที่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน (หน่วย : ไมโครกรัมต่อตารางฟุต)

บริเวณทำงานของกลุ่มตัวอย่าง (n=30)	**ปริมาณการเข้าใช้บริการพ่นสีรถยนต์**		
	มาก	**ปานกลาง**	**น้อย**
ห้องเตรียมสีพื้น (n=3)	2.31	0.40	0.71
ห้องอบ-พ่นสี (n=2)	1.55	0.31	0.37
ห้องผสมสี (n=3)	1.55	0.51	0.06
ห้องสำนักงาน (n=2)	0.60	2.60	0.04
ฝ่ายพ่นสี (สเกิร์ตรถยนต์) (n=3)	0.83	1.32	5.23
ฝ่ายพ่นสี (ล้อแม็ค) (n=3)	1.93	1.62	7.03
ฝ่ายปรับแต่ง (n=7)	7.81	2.14	3.11
ฝ่ายขัดสี 1 (n=2)	3.42	2.93	ND
ฝ่ายขัดสี 2 (n=2)	4.15	0.95	ND
ฝ่ายขัดสีและตรวจสอบ (n=3)	1.88	0.80	1.42
ค่าเฉลี่ยต่ำสุด	**0.60**	**0.31**	**ND**
ค่าเฉลี่ยสูงสุด	**7.81**	**2.93**	**7.03**
ค่าเฉลี่ย	**2.60**	**1.36**	**1.80**
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	**2.12**	**0.94**	**2.51**

หมายเหตุ : ND (non-detectable) : ค่าความเข้มข้นน้อยกว่าขีดความสามารถของการวิเคราะห์

สำหรับค่าเฉลี่ยความเข้มข้นสูงสุดของโครเมียมในตัวอย่างบริเวณมือ (swab) ของคนงานพบในคนงานประเภทปรับแต่ง ช่วงที่มีปริมาณการใช้บริการพ่นสีรถยนต์จำนวนมาก (เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2558) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.81 ไมโครกรัมต่อตารางฟุต ส่วนความเข้มข้นต่ำสุดมีค่าน้อยกว่าขีดความสามารถของการวิเคราะห์ (< Detection Limit =<2.833 x 10^{-5} ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์ฟุต) โดยพบในคนงานประเภทขัดสี 1 และ ขัดสี 2 ช่วงที่มีปริมาณการใช้บริการพ่นสีรถยนต์จำนวนน้อย คือ เดือนมีนาคม พ.ศ. 2558 ดังแสดงไว้ในตารางที่ 7

วิจารณ์ผลการทดลองมีดังนี้

จากผลการทดลองดังกล่าวจะเห็นได้ว่าค่าเฉลี่ยความเข้มข้นสูงสุดของตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียมในตัวอย่างบริเวณมือ (swab) ของคนงานในอู่พ่นสีรถยนต์ที่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน พบในคนงานประเภทขัดสี 1 และประเภทปรับแต่ง ตามลำดับ โดยพบในช่วงเวลาที่มีปริมาณการใช้บริการพ่นสีรถยนต์จำนวนมาก (เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2558) ทั้ง 3 ชนิดโลหะหนัก ซึ่งเหมือนกับค่าเฉลี่ยความเข้มข้นสูงสุดของตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียม ที่ตรวจพบในตัวอย่างฝุ่นพื้นจากอู่พ่นสีรถยนต์ที่มีห้องพ่นสีมาตรฐานทั้งในแง่ของประเภทการทำงานและช่วงเวลาทั้งนี้เนื่องจากมีปัจจัยดังต่อไปนี้

1) กระบวนการขัดสีและปรับแต่งทำให้เกิดฝุ่นของโลหะหนักออกสู่สิ่งแวดล้อมการทำงานเป็นปริมาณมาก รวมทั้งปัจจัยอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องดังที่ได้กล่าวมาก่อนหน้านี้

2) ช่วงเวลาที่มีปริมาณการใช้บริการพ่นสีรถยนต์ เป็นปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลให้ปริมาณของแคดเมียม และโครเมียมในฝุ่นพื้น มีค่าปริมาณความเข้มข้นสูง ซึ่งในช่วงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2558 เป็นช่วงเวลาที่มีปริมาณการใช้บริการพ่นสีรถยนต์ในอู่พ่นสีรถยนต์ที่มีห้องพ่นสีมาตรฐานจำนวนมาก (71 - 80 คัน/เดือน) จึงทำให้มีปริมาณของตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียมที่เกิดจากกระบวนการขัดสีและปรับแต่งปล่อยออกสู่สิ่งแวดล้อมการทำงานรวมทั้งฝุ่นพื้นมากขึ้นตามจำนวนของรถยนต์ที่มาเข้าใช้บริการด้วย และยังเป็นปัจจัยที่ก่อให้เกิดการปนเปื้อนโลหะหนักที่บริเวณมือ (swab) ของคนงานมากขึ้นตามปริมาณของรถยนต์ด้วย

3) ค่าความเข้มข้นของตะกั่ว และโครเมียม ไม่แปรผันไปตามปริมาณการใช้บริการพ่นสีรถยนต์ ในฝ่ายพ่นสี (สเกิร์ตรถยนต์) และฝ่ายพ่นสี (ล้อแม็ค) ซึ่งทั้ง 2 ฝ่ายมีทำหน้าที่เฉพาะทางในชิ้นส่วนเสริมของรถยนต์เท่านั้น โดยจำนวนสเกิร์ตรถยนต์ และล้อแม็ค ที่เข้ามารับบริการของแต่ละช่วงเวลามีปริมาณงานไม่เท่ากัน เช่น ช่วงเวลาที่มีปริมาณการใช้บริการพ่นสีรถยนต์จำนวนมาก (71 - 80 คัน/เดือน) อาจจะมีการพ่นสี (สเกิร์ตรถยนต์) จำวนวน 30 คัน จึงเป็นปัจจัยที่ทำให้ค่าความเข้มข้นของตะกั่ว และโครเมียม ไม่แปรผันไปตามปริมาณการใช้บริการพ่นสีรถยนต์ จากศึกษาของเจริญศักดิ์ งามไตรไร, (2545) ความเข้มข้นของตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียม ในกระบวนการพ่นสีรถยนต์จะขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ เช่น ปริมาณของส่วนผสมของสี ปริมาณของสีพ่น ชั้นความหนา ระยะเวลาที่พ่น ขนาดหรือบริเวณที่พ่น และระบบระบายอากาศ

4) พฤติกรรมเสี่ยงและการขาดความระมัดระวังในการทำงานของคนงานซึ่งทำให้โลหะหนักเกิดการปนเปื้อนที่บริเวณมือ (swab) ของคนงาน กล่าวคือ คนงานในฝ่ายขัดสีและปรับแต่งซึ่งต้องมีความชำนาญและฝีมือในการขัดสีเก่ากับสีใหม่ให้ได้สีที่เหมือนกันทั้งคัน จึงมีพฤติกรรมไม่ใส่ถุงมือในขณะทำงาน เพราะต้องใช้ความถนัดและแรงในการขัดสี หากใส่ถุงมือก็จะทำให้รู้สึกไม่สะดวก

และไม่ถนัดในการทำงาน จึงให้มีการปนเปื้อนของสารโลหะหนักบริเวณมือ (swab) ของคนงานเป็นปริมาณมาก ซึ่งสอดคล้องกับบรรหาร ปรุงโพธิ์, (2549) ได้ศึกษาพฤติกรรมเสี่ยงที่เป็นปัจจัยเสี่ยงที่ก่อผลกระทบต่อสุขภาพได้ของคนงานที่ทำงานในสถานประกอบการพ่นสีรถยนต์ ได้แก่ ไม่สวมใส่อุปกรณ์ป้องกันภัย และความประมาณในการทำงาน

5) จากการสำรวจพฤติกรรมการทำงานและสุขวิทยาส่วนบุคคลของคนงาน พบว่าคนงานมีพฤติกรรมใส่ถุงมือเป็นบางครั้ง ในขณะมีหัวหน้างานหรือผู้ที่เกี่ยวข้องมาตรวจ และถุงมือเป็นถุงมือยาง ลักษณะมีการใช้งานหลายครั้ง จึงทำให้มีการสะสมของโลหะหนักภายในถุงมือ เมื่อคนงานนำไปใช้ก็เป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้มือได้รับการปนเปื้อนของโลหะหนักได้

6) พฤติกรรมการสูบบุหรี่ในช่วงพักของคนงานในอู่พ่นสีรถยนต์ก็ยังมีส่วนทำให้เกิดการปนเปื้อนของโลหะหนักบริเวณมือ (Swab) ของคนงานโดยการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถาม พบว่า คนงานส่วนใหญ่สูบบุหรี่ในอู่พ่นสีรถยนต์และไม่มีการล้างมือก่อนสูบบุหรี่ ซึ่งในส่วนผสมของบุหรี่มีส่วนผสมของโลหะหนักผสมอยู่ในบุหรี่ (Dube and Green, 1983) จึงทำให้โลหะหนักเกิดการปนเปื้อนบริเวณมือ (swab) ของคนงานมากขึ้น

4.1.3 ความเข้มข้นของตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียมในตัวอย่างฝุ่นพื้นจากอู่พ่นสีรถยนต์ที่ไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน

ผลการตรวจวัดตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียม ในตัวอย่างฝุ่นพื้นจากอู่พ่นสีรถยนต์ที่ไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน จำนวน 4 ตัวอย่าง ดังแสดงไว้ในตารางที่ 8 - 10

ตารางที่ 8 ความเข้มข้นของตะกั่วในตัวอย่างฝุ่นพื้นจากอู่พ่นสีรถยนต์ที่ไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน (หน่วย : ไมโครกรัมต่อตารางฟุต)

บริเวณเก็บตัวอย่าง	ปริมาณการเข้าใช้บริการพ่นสีรถยนต์		
	มาก	ปานกลาง	น้อย
บริเวณพ่นและขัดสีรถยนต์	59.47	0.66	47.42
บริเวณทำงานของคนงาน	46.57	8.14	56.62
บริเวณเก็บรถยนต์รอซ่อมและเก็บสีพ่น 1	89.38	12.19	47.52
บริเวณเก็บรถยนต์รอซ่อมและเก็บสีพ่น 2	54.36	5.96	58.78
ค่าต่ำสุด	**46.57**	**0.66**	**47.42**
ค่าสูงสุด	**89.38**	**12.19**	**58.78**
ค่าเฉลี่ย	**62.45**	**6.74**	**52.59**
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	**18.72**	**4.80**	**5.97**

ค่าความเข้มข้นสูงสุดของตะกั่วในตัวอย่างฝุ่นพื้นจากอู่พ่นสีรถยนต์ที่ไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน มีค่าเท่ากับ 89.38 ไมโครกรัมต่อตารางฟุต พบในบริเวณเก็บรถยนต์รอซ่อมและเก็บสีพ่นรถยนต์1 ในช่วงที่มีปริมาณการใช้บริการพ่นสีรถยนต์จำนวนมาก (เดือนมีนาคม พ.ศ. 2558) ส่วนความเข้มข้นต่ำสุดของตะกั่วมีค่าเท่ากับ 0.66 ไมโครกรัมต่อตารางฟุต พบในบริเวณบริเวณพ่นและขัดสีรถยนต์ ในช่วงที่มีปริมาณการใช้บริการพ่นสีรถยนต์จำนวนปานกลาง (เดือนเมษายนพ.ศ. 2558) ดังแสดงไว้ในตารางที่ 8

ตารางที่ 9 ความเข้มข้นของแคดเมียมในตัวอย่างฝุ่นพื้นจากอู่พ่นสีรถยนต์ที่ไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน (หน่วย : ไมโครกรัมต่อตารางฟุต)

บริเวณเก็บตัวอย่าง	ปริมาณการเข้าใช้บริการพ่นสีรถยนต์		
	มาก	ปานกลาง	น้อย
บริเวณพ่นและขัดสีรถยนต์	0.24	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ
บริเวณทำงานของคนงาน	0.07	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ
บริเวณเก็บรถยนต์รอซ่อมและเก็บสีพ่น 1	0.74	0.08	ตรวจไม่พบ
บริเวณเก็บรถยนต์รอซ่อมและเก็บสีพ่น 2	0.21	0.09	ตรวจไม่พบ
ค่าต่ำสุด	**0.07**	**ตรวจไม่พบ**	**ตรวจไม่พบ**
ค่าสูงสุด	**0.74**	**0.09**	**ตรวจไม่พบ**
ค่าเฉลี่ย	**0.32**	**0.04**	**ตรวจไม่พบ**
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	**0.29**	**0.05**	**ตรวจไม่พบ**

ความเข้มข้นสูงสุดของแคดเมียมในตัวอย่างฝุ่นพื้น มีค่าเท่ากับ 0.74 ไมโครกรัมต่อตารางฟุต โดยพบในบริเวณเก็บรถยนต์รอซ่อมและเก็บสีพ่นรถยนต์ 1 ในช่วงที่มีปริมาณการใช้บริการพ่นสีรถยนต์จำนวนมาก (เดือนมีนาคม พ.ศ. 2558) ส่วนค่าความเข้มข้นต่ำสุดคือ ตรวจไม่พบ (<ขีดความสามารถของการวิเคราะห์ = $<2.833 \times 10^{-5}$ ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์ฟุต) พบในบริเวณพ่นและขัดสีรถยนต์ บริเวณทำงานของคนงาน บริเวณเก็บรถยนต์รอซ่อมและเก็บสีพ่นรถยนต์ 1 และบริเวณเก็บรถยนต์รอซ่อมและเก็บสีพ่นรถยนต์ 2 ในช่วงที่มีปริมาณการใช้บริการพ่นสีรถยนต์จำนวนน้อย (เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2558) และในบริเวณพ่นและขัดสีรถยนต์ และบริเวณทำงานของคนงาน ช่วงที่มีปริมาณการใช้บริการพ่นสีรถยนต์จำนวนปานกลาง (เดือนเมษายน พ.ศ. 2558) ดังแสดงไว้ในตารางที่ 9

ตารางที่ 10 ความเข้มข้นของโครเมียมในตัวอย่างฝุ่นพื้นจากอู่พ่นสีรถยนต์ที่ไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน (หน่วย : ไมโครกรัมต่อตารางฟุต)

บริเวณเก็บตัวอย่าง	ปริมาณการเข้าใช้บริการพ่นสีรถยนต์		
	มาก	ปานกลาง	น้อย
บริเวณพ่นและขัดสีรถยนต์	17.26	28.70	24.43
บริเวณทำงานของคนงาน	25.47	29.76	91.36
บริเวณเก็บรถยนต์รอซ่อมและเก็บสีพ่น 1	42.99	30.12	30.52
บริเวณเก็บรถยนต์รอซ่อมและเก็บสีพ่น 2	19.98	18.12	481.76
ค่าต่ำสุด	**17.26**	**18.12**	**24.43**
ค่าสูงสุด	**42.99**	**30.12**	**481.76**
ค่าเฉลี่ย	**26.43**	**26.68**	**157.02**
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	**11.56**	**5.74**	**218.59**

สำหรับความเข้มข้นสูงสุดของโครเมียมในตัวอย่างฝุ่นพื้น พบในบริเวณเก็บรถยนต์รอซ่อมและเก็บสีพ่นรถยนต์ 2 ช่วงที่มีปริมาณการใช้บริการพ่นสีรถยนต์จำนวนน้อย (เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2558) โดยมีค่าเท่ากับ 481.76 ไมโครกรัมต่อตารางฟุต ส่วนค่าความเข้มข้นต่ำสุดมีค่าเท่ากับ 17.26 ไมโครกรัมต่อตารางฟุต พบในบริเวณพ่นและขัดสีรถยนต์ ช่วงที่มีปริมาณการใช้บริการพ่นสีรถยนต์จำนวนมาก (เดือนมีนาคม พ.ศ. 2558) ดังแสดงไว้ในตารางที่ 10

จากผลการทดลองข้างต้น สามารถอธิบายได้ว่า

1) อู่พ่นสีรถยนต์นี้ไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน ไม่มีระบบการกำจัดโลหะหนักโดยเฉพาะ, ไม่มีตู้ดูดไอระเหย (hood) สำหรับให้คนงานผสมสี และมีขนาดพื้นที่แคบ เมื่อมีการพ่นและขัดสีรถยนต์ทำให้เกิดการฟุ้งกระจายของสารตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียมไปเป็นบริเวณกว้างครอบคลุมบริเวณพื้นที่การทำงานอื่นๆ ทั้งหมด ซึ่งได้แก่ บริเวณทำงานของคนงานและบริเวณเก็บรถยนต์รอซ่อมและเก็บสีพ่นรถยนต์ 1 และ 2 และเกิดการสะสมของโลหะหนักในฝุ่นพื้นที่เกิดมาจากกระบวนการพ่นและขัดสีรถยนต์ในบริเวณพื้นที่การทำงานต่างๆ การสะสมของโลหะหนักในฝุ่นพื้นที่เกิดมาจากกระบวนการพ่นและขัดสีรถยนต์ร่วมกับการสะสมของฝุ่นโลหะหนักที่เกิดมาจากรถยนต์ที่รอ

ซ่อมและสีพ่นรถยนต์ที่เก็บอยู่ในบริเวณนั้นส่งผลให้ตรวจพบค่าความเข้มข้นสูงสุดของตะกั่วและแคดเมียมในฝุ่นพื้นจากบริเวณดังกล่าว นอกจากนี้ เนื่องจากบริเวณพ่นและขัดสีรถยนต์ตั้งอยู่ใกล้กับบริเวณเก็บรถยนต์รอซ่อมและเก็บสีพ่นรถยนต์ 1 มากกว่าบริเวณเก็บรถยนต์รอซ่อมและเก็บสีพ่นรถยนต์ 2 จึงทำให้ตรวจพบค่าความเข้มข้นสูงสุดของตะกั่วและแคดเมียมในฝุ่นพื้นจากบริเวณเก็บรถยนต์รอซ่อมและเก็บสีพ่นรถยนต์ 1

2) นอกจากอู่พ่นสีรถยนต์นี้ไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน ไม่มีมีระบบการกำจัดโลหะหนักจากกระบวนการพ่นและขัดสีรถยนต์ก่อนปล่อยอากาศออกทางปล่องโดยเฉพาะ มีขนาดพื้นที่แคบและไม่มีผนังกั้นเป็นฝ่ายต่างๆ ทำให้เกิดการปนเปื้อนของสารโลหะหนักในสิ่งแวดล้อมการทำงานได้ง่ายและเป็นบริเวณกว้างแล้ว ยังมีปัจจัยอื่นๆ อีกที่เกี่ยวข้อง ได้แก่

2.1 ไม่มีระบบระบายอากาศ หรือระบบกรองอากาศที่ได้มาตรฐานในบริเวณผสมสีและพ่นสีรถยนต์ เมื่อคนงานผสมสีทำให้เกิดการฟุ้งกระจายของสารโลหะหนักต่างๆ ได้ง่าย

2.2 การจัดวางสีสำหรับพ่นสีรถยนต์ มีการจัดวางไม่เป็นระเบียบ และสีบางกระป๋องที่เปิดใช้งานแล้วมีการปิดฝากระป๋องอย่างไม่สนิท ทำให้เกิดการปล่อยสารโลหะหนักจากกระป๋องสีไปสู่สิ่งแวดล้อมในการทำงานได้ (Health and safety executive, 2006)

2.3 พัดลมที่ติดตั้งภายในอู่พ่นสีรถยนต์ที่ไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน จะเปิดใช้งานในขณะที่คนงานปฏิบัติงานเท่านั้น ซึ่งถือว่าเป็นปัจจัยหนึ่งที่ก่อให้เกิดการฟุ้งกระจายไปยังฝ่ายต่าง ๆ ในอู่พ่นสีได้

3) ช่วงเวลาที่มีปริมาณการใช้บริการพ่นสีรถยนต์ เป็นปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลให้ค่าความเข้มข้นของตะกั่วและแคดเมียมในฝุ่นพื้นมีค่าปริมาณความเข้มข้นสูง ซึ่งในช่วงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2558 เป็นช่วงเวลาที่มีปริมาณการใช้บริการพ่นสีรถยนต์ในอู่พ่นสีรถยนต์ที่ไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐานจำนวนมาก (11 - 15 คัน/เดือน) ทำให้มีปริมาณของตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียมที่เกิดจากสีพ่นรถยนต์ออกสู่สิ่งแวดล้อมการทำงานมากขึ้นตามจำนวนของรถยนต์ด้วย ส่วนค่าความเข้มข้นของโครเมียม พบค่าสูงสุดช่วงที่มีปริมาณการใช้บริการพ่นสีรถยนต์จำนวนน้อย (น้อยกว่า 5 คัน/เดือน) ในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2558 อาจจะมีปัจจัยอื่นที่ทำให้ค่าความเข้มข้นของโครเมียมสูง เช่น ปัจจัยทางสิ่งแวดล้อม หรือปัจจัยปริมาณการพ่นสี ฯลฯ

4.1.4 ความเข้มข้นของตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียมในบริเวณมือ (swab) ของคนงานในอู่พ่นสีรถยนต์ที่ไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน

ผลการตรวจวัดตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียมในตัวอย่างบริเวณมือ (swab) ของคนงานในอู่พ่นสีรถยนต์ที่ไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน จำนวน 3 ตัวอย่าง ดังแสดงไว้ในตารางที่ 11 - 13

ตารางที่ 11 ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานความเข้มข้นของตะกั่วในตัวอย่างบริเวณมือ (swab)ของคนงานในอู่พ่นสีรถยนต์ที่ไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน (หน่วย : ไมโครกรัมต่อตารางฟุต)

บริเวณทำงานของกลุ่มตัวอย่าง (n=3)	ปริมาณการเข้าใช้บริการพ่นสีรถยนต์		
	จำนวนมาก	จำนวนปานกลาง	จำนวนน้อย
พ่นสีและขัดสี (n=3)	32.12 ± 16.83	4.95 ± 0.98	15.78 ± 40.07

ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นสูงสุดของตะกั่วในตัวอย่างบริเวณมือ (swab) ของคนงานในอู่พ่นสีรถยนต์ที่ไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 32.12 ไมโครกรัมต่อตารางฟุต โดยพบในคนงานประเภทพ่นและขัดสีช่วงที่มีปริมาณการใช้บริการพ่นสีรถยนต์จำนวนมาก (เดือนมีนาคม2558) ส่วนความเข้มข้นเฉลี่ยต่ำสุด มีค่าเท่ากับ 4.95 ไมโครกรัมต่อตารางฟุต พบในคนงานประเภทพ่นและขัดสีช่วงที่มีปริมาณการใช้บริการพ่นสีรถยนต์จำนวนปานกลาง (เดือนเมษายน2558) ดังแสดงไว้ในตารางที่ 11

ตารางที่ 12 ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานความเข้มข้นของแคดเมียมในตัวอย่างบริเวณมือ (Swab) ของคนงานในอู่พ่นสีรถยนต์ที่ไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน
(หน่วย : ไมโครกรัมต่อตารางฟุต)

บริเวณทำงานของกลุ่มตัวอย่าง (n=3)	ปริมาณการเข้าใช้บริการพ่นสีรถยนต์		
	มาก	ปานกลาง	น้อย
พ่นสีและขัดสี (n=3)	1.40 ± 0.42	0.06 ± 0.05	ตรวจไม่พบ

ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นสูงสุดของแคดเมียมในตัวอย่างบริเวณมือ (swab) ของคนงานมีค่าเท่ากับ 1.40 ไมโครกรัมต่อตารางฟุต พบในคนงานประเภทพ่นสีและขัดสีช่วงที่มีปริมาณการใช้บริการพ่นสีรถยนต์จำนวนมาก (เดือนมีนาคม 2558) ส่วนความเข้มข้นเฉลี่ยต่ำสุด คือตรวจไม่พบ (<ขีดความสามารถของการวิเคราะห์ = $<2.833 \times 10^{-5}$ ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์ฟุต) โดยพบในคนงาน

ประเภทพ่นและขัดสีช่วงที่มีปริมาณการใช้บริการพ่นสีรถยนต์จำนวนน้อย (เดือนพฤษภาคม 2558) ดังแสดงไว้ในตารางที่ 12

ตารางที่ 13 ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานความเข้มข้นของโครเมียมในตัวอย่างบริเวณมือ (swab) ของคนงานในอู่พ่นสีรถยนต์ที่ไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน (หน่วย : ไมโครกรัมต่อตารางฟุต)

บริเวณทำงานของกลุ่มตัวอย่าง (n=3)	ปริมาณการเข้าใช้บริการพ่นสีรถยนต์		
	มาก	ปานกลาง	น้อย
พ่นสีและขัดสี (n=3)	11.83 ± 9.61	1.85 ± 0.44	85.66 ± 126.31

สำหรับค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของโครเมียมในตัวอย่างบริเวณมือ (swab) ของคนงาน มีค่าเท่ากับ 33.11 ไมโครกรัมต่อตารางฟุต ความเข้มข้นเฉลี่ยสูงสุดของโครเมียมพบในคนงานประเภทพ่นและขัดสีช่วงที่มีการใช้บริการพ่นสีรถยนต์ปริมาณน้อย (เดือนพฤษภาคม 2558) โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 85.66 ไมโครกรัมต่อตารางฟุตส่วนความเข้มข้นต่ำสุด คือ 1.85 ไมโครกรัมต่อตารางฟุต พบในคนงานประเภทพ่นและขัดสีช่วงที่มีปริมาณการใช้บริการพ่นสีรถยนต์จำนวนปานกลาง (เดือนเมษายน) ดังแสดงไว้ในตารางที่ 13

วิจารณ์ผลการทดลองมีดังนี้

ทั้งนี้เนื่องจากมีปัจจัยดังต่อไปนี้

1) อู่พ่นสีรถยนต์นี้ไม่มีตู้ดูดไอระเหย (hood) สำหรับให้คนงานผสมสี ไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน และไม่มีอุปกรณ์กำจัดโลหะหนักโดยเฉพาะ เมื่อคนงานมีการพ่นและขัดสีรถยนต์ก็จะทำให้เกิดการปนเปื้อนของสารตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียมในปริมาณมากที่บริเวณมือ (swab) ของคนงานซึ่งอยู่ใกล้กับการพ่นสีรถยนต์มากกว่า ก่อนที่จะไปตกสะสมที่บริเวณพื้นต่อไป จึงทำให้ตรวจพบค่าความเข้มข้นสูงสุดของโลหะทั้ง 3 ชนิดในคนงานประเภทพ่นและขัดสี

2) อู่พ่นสีรถยนต์ที่ไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐานนี้ เป็นอู่พ่นสีรถยนต์ในท้องถิ่นที่มีคนงานเป็นแรงงานในท้องถิ่น และคนงานแต่ละคนจะมีความชำนาญหรือความสามารถในการทำงานได้หลายประเภท เช่น พ่นสี ขัดสี และผสมสี เป็นต้น นอกจากนี้ จากการวิเคราะห์ข้อมูลในแบบสอบถามพบว่า คนงานส่วนใหญ่ในอู่พ่นสีรถยนต์ที่ไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐานนี้ สำเร็จการศึกษาในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) จึงไม่มีความรู้และไม่ค่อยตระหนักถึงการจัดการสิ่งแวดล้อมใน

การทำงาน ความปลอดภัยในการทำงาน และความเสี่ยงต่อสุขภาพเนื่องจากสารโลหะหนัก ทำให้มีโอกาสเกิดการปนเปื้อนของโลหะหนักบริเวณมือของคนงานได้ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาสาเหตุการเสียชีวิตของคนงานในประเทศไต้หวัน ที่พบว่าเกิดจากการไม่มีความรู้และไม่มีประสบการณ์ในการทำงาน (Chi *et al*., 2004)

3) คนงานของอู่พ่นสีรถยนต์ไม่ได้สวมถุงมือหรืออุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลอื่นๆ ในขณะปฏิบัติงาน ทำให้โลหะหนักจากสีพ่นรถยนต์เกิดการปนเปื้อนที่บริเวณมือของคนงาน

4) พฤติกรรมเสี่ยงของคนงานที่ทำให้โลหะหนักเกิดการปนเปื้อนที่บริเวณมือของคนงานกล่าวคือ จากการวิเคราะห์ข้อมูลในแบบสอบถามพบว่า ส่วนใหญ่คนงานจะมีพฤติกรรมการสูบบุหรี่ในช่วงพักภายในอู่พ่นสีรถยนต์ และส่วนใหญ่ไม่มีการล้างมือก่อนสูบบุหรี่ ซึ่งในบุหรี่จะมีโลหะหนักผสมอยู่ด้วย (Dube and Green, 1983) ทำให้เกิดการปนเปื้อนของโลหะหนักที่บริเวณมือของคนงานได้

5) ค่าความเข้มข้นของตะกั่ว และโครเมียม ในตัวอย่างบริเวณมือ (Swab) ของคนงานในอู่พ่นสีรถยนต์ที่ไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐานไม่แปรผันไปตามปริมาณการใช้บริการพ่นสีรถยนต์ในฝ่ายพ่นสีและขัดสี เนื่องจากในอู่พ่นสีแห่งนี้ ไม่มีตู้ดูดไอระเหย (hood) สำหรับให้คนงานผสมสี, ไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน และไม่มีอุปกรณ์กำจัดโลหะหนักโดยเฉพาะ เมื่อคนงานมีการพ่นและขัดสีรถยนต์ ทำให้เกิดการฟุ้งกระจายของโลหะหนักภายในอู่พ่นสีรถยนต์จำนวนมาก ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของเจริญศักดิ์ งามไตรไร (2545) ที่พบว่าความเข้มข้นของตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียมในกระบวนการพ่นสีรถยนต์จะขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ เช่น ปริมาณของส่วนผสมของสี ปริมาณของสีพ่น ชั้นความหนา ระยะเวลาที่พ่น ขนาดหรือบริเวณที่พ่น และระบบระบายอากาศ

4.2 การเปรียบเทียบความเข้มข้นของตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียมในตัวอย่างฝุ่นพื้นและตัวอย่างบริเวณมือ (swab) ของคนงานในอู่พ่นสีรถยนต์ที่มีห้องพ่นสีมาตรฐานในช่วงเวลาที่มีปริมาณการเข้าใช้บริการพ่นสีรถยนต์ที่แตกต่างกัน

4.2.1 ผลการเปรียบเทียบความเข้มข้นของตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียมในตัวอย่างฝุ่นพื้นจากอู่พ่นสีรถยนต์ที่มีห้องพ่นสีมาตรฐานในช่วงเวลาที่มีปริมาณการเข้าใช้บริการพ่นสีรถยนต์ที่แตกต่างกัน

การเปรียบเทียบความเข้มข้นของตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียมในตัวอย่างฝุ่นพื้นจากอู่พ่นสีรถยนต์ที่มีห้องพ่นสีมาตรฐานในช่วงเวลาที่มีปริมาณการเข้าใช้บริการพ่นสีรถยนต์ที่แตกต่างกัน ได้ผลดังสรุปไว้ในตารางที่ 14 - 16

ตารางที่ 14 ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานการเปรียบเทียบความเข้มข้นของตะกั่วในตัวอย่างฝุ่นพื้นจากอู่พ่นสีรถยนต์ที่มีห้องพ่นสีมาตรฐานในช่วงเวลาที่มีปริมาณการเข้าใช้บริการพ่นสีรถยนต์ที่ แตกต่างกัน (หน่วย : ไมโครกรัมต่อตารางฟุต)

โลหะหนัก	ปริมาณการเข้าใช้บริการพ่นสีรถยนต์		
	มาก (พ.ค. 2558)	ปานกลาง (เม.ย. 2558)	น้อย (มี.ค. 2558)
ตะกั่ว	9.920 ± 6.551[a]	4.549 ± 4.212[b]	4.820 ± 4.736

หมายเหตุ: ตัวเลขที่นำเสนอเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (n = 10) ค่าเฉลี่ยในสดมภ์ที่มีตัวอักษรกำกับมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$)

ผลการเปรียบเทียบความเข้มข้นของตะกั่วในตัวอย่างฝุ่นพื้นจากอู่พ่นสีรถยนต์ที่มีห้องพ่นสีมาตรฐานในช่วงเวลาที่มีปริมาณการเข้าใช้บริการพ่นสีรถยนต์ที่แตกต่างกัน คือ จำนวนมาก (71 - 80 คัน/เดือน, พฤษภาคม 2558), ปานกลาง (61 - 70 คัน/เดือน, เมษายน 2558) และน้อย (50 - 60 คัน/เดือน, มีนาคม 2558) พบว่า ความเข้มข้นของตะกั่วในช่วงเวลาที่มีปริมาณการเข้าใช้บริการพ่นสีรถยนต์จำนวนมาก (9.920 ± 6.551 ไมโครกรัมต่อตารางฟุต) มีค่ามากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับความเข้มข้นของตะกั่วในช่วงเวลาที่มีปริมาณการเข้าใช้บริการพ่นสีรถยนต์จำนวนปานกลาง (4.549 ± 4.212 ไมโครกรัมต่อตารางฟุต) ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่าความเข้มข้นของตะกั่วในตัวอย่างฝุ่นพื้นจากอู่พ่นสีรถยนต์ที่มีห้องพ่นสีมาตรฐานจะเพิ่มมากขึ้นตามปริมาณรถยนต์ที่เข้าใช้บริการพ่นสีรถยนต์ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 14

ตารางที่ 15 ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานการเปรียบเทียบความเข้มข้นของแคดเมียมในตัวอย่างฝุ่นพื้นจากอู่พ่นสีรถยนต์ที่มีห้องพ่นสีมาตรฐานในช่วงเวลาที่มีปริมาณการเข้าใช้บริการพ่นสีรถยนต์ที่แตกต่างกัน (หน่วย : ไมโครกรัมต่อตารางฟุต)

โลหะหนัก	ปริมาณการเข้าใช้บริการพ่นสีรถยนต์		
	มาก (พ.ค. 2558)	ปานกลาง (เม.ย. 2558)	น้อย (มี.ค. 2558)
แคดเมียม	0.210 ± 0.066[a]	0.009 ± 0.019[b]	0.069 ± 0.058[c]

หมายเหตุ: ตัวเลขที่นำเสนอเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (n = 10) ค่าเฉลี่ยในสดมภ์ที่มีตัวอักษรกำกับมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$)

การเปรียบเทียบความเข้มข้นของแคดเมียมในตัวอย่างฝุ่นพื้นจากอู่พ่นสีรถยนต์ที่มีห้องพ่นสีมาตรฐานในช่วงเวลาที่มีปริมาณการเข้าใช้บริการพ่นสีรถยนต์จำนวนมาก (0.210 ± 0.066 ไมโครกรัมต่อตารางฟุต) จำนวนปานกลาง (0.009 ± 0.019 ไมโครกรัมต่อตารางฟุต) และจำนวนน้อย (0.069 ± 0.058 ไมโครกรัมต่อตารางฟุต) มีค่ามากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ดังแสดงไว้ในตารางที่ 15

ตารางที่ 16 ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานการเปรียบเทียบความเข้มข้นของโครเมียมในตัวอย่างฝุ่นพื้นจากอู่พ่นสีรถยนต์ที่มีห้องพ่นสีมาตรฐานในช่วงเวลาที่มีปริมาณการเข้าใช้บริการพ่นสีรถยนต์ที่แตกต่างกัน (หน่วย : ไมโครกรัมต่อตารางฟุต)

โลหะหนัก	ปริมาณการเข้าใช้บริการพ่นสีรถยนต์		
	มาก (พ.ค. 2558)	ปานกลาง (เม.ย. 2558)	น้อย (มี.ค. 2558)
โครเมียม	19.060 ± 13.932[a]	13.42 ± 12.06	6.325 ± 6.519[b]

หมายเหตุ: ตัวเลขที่นำเสนอเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (n = 10) ค่าเฉลี่ยในสดมภ์ที่มีตัวอักษรกำกับมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$)

การเปรียบเทียบความเข้มข้นของโครเมียมในตัวอย่างฝุ่นพื้นจากอู่พ่นสีรถยนต์ที่มีห้องพ่นสีมาตรฐานในช่วงเวลาที่มีปริมาณการเข้าใช้บริการพ่นสีรถยนต์จำนวนมาก (19.060 ± 13.932 ไมโครกรัมต่อตารางฟุต) มีค่ามากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับความเข้มข้นของโครเมียมในช่วงเวลา

ที่มีปริมาณการเข้าใช้บริการพ่นสีรถยนต์จำนวนน้อย (6.325 ± 6.519 ไมโครกรัมต่อตารางฟุต ดังแสดงไว้ในตารางที่ 16

วิจารณ์ผลการทดลองมีดังนี้

ความเข้มข้นของตะกั่วในตัวอย่างฝุ่นพื้น ช่วงเวลาที่มีปริมาณการเข้าใช้บริการพ่นสีรถยนต์จำนวนมาก มีค่ามากอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับความเข้มข้นของตะกั่วในช่วงเวลาที่มีปริมาณการเข้าใช้บริการพ่นสีรถยนต์จำนวนปานกลาง ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่าความเข้มข้นของตะกั่วในตัวอย่างฝุ่นพื้นจากอู่พ่นสีรถยนต์ที่มีห้องพ่นสีมาตรฐานจะเพิ่มมากขึ้นตามปริมาณรถยนต์ที่เข้าใช้บริการพ่นสีรถยนต์

ความเข้มข้นของแคดเมียมในตัวอย่างฝุ่นพื้น ช่วงเวลาที่มีปริมาณการเข้าใช้บริการพ่นสีรถยนต์จำนวนมาก จำนวนปานกลาง และจำนวนน้อย มีค่ามากอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ผลการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่าความเข้มข้นของแคดเมียมในตัวอย่างฝุ่นพื้นจากอู่พ่นสีรถยนต์ที่มีห้องพ่นสีมาตรฐานแปรผันตามปริมาณรถยนต์ที่เข้าใช้บริการพ่นสีรถยนต์

ความเข้มข้นของโครเมียมในตัวอย่างฝุ่นพื้น ช่วงเวลาที่มีปริมาณการเข้าใช้บริการพ่นสีรถยนต์จำนวนมาก มีค่ามากอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับความเข้มข้นของโครเมียมในช่วงเวลาที่มีปริมาณการเข้าใช้บริการพ่นสีรถยนต์จำนวนน้อย ผลการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่าความเข้มข้นของโครเมียมในตัวอย่างฝุ่นพื้นจากอู่พ่นสีรถยนต์ที่มีห้องพ่นสีมาตรฐานแปรผันตามปริมาณรถยนต์ที่เข้าใช้บริการพ่นสีรถยนต์

ทั้งนี้ความเข้มข้นของตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียม ในตัวอย่างฝุ่นพื้นจากอู่พ่นสีรถยนต์ที่มีห้องพ่นสีมาตรฐานจะเพิ่มมากขึ้นตามปริมาณรถยนต์ที่เข้าใช้บริการพ่นสีรถยนต์ เนื่องจากมีปัจจัยดังต่อไปนี้

1) ปริมาณการเข้าใช้บริการพ่นสีรถยนต์ จากการศึกษาของเจริญศักดิ์ งามไตรไร (2545) พบว่า ความเข้มข้นของตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียม ในกระบวนการพ่นสีรถยนต์จะขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ เช่น ปริมาณของส่วนผสมของสี ปริมาณของสีพ่น ชั้นความหนา ระยะเวลาที่พ่น ขนาดหรือบริเวณที่พ่น และระบบระบายอากาศ

2) ระบบกำจัดสารโลหะหนักออกสู่สิ่งแวดล้อม เนื่องจากอู่พ่นสีรถยนต์ที่มีห้องพ่นสีมาตรฐานมีระบบกำจัดโลหะหนักที่มีประสิทธิภาพ แต่คนงานมีความประมาท คือ มีการพ่นสีรถยนต์นอกห้องพ่นสี ทำให้มีสารโลหะหนักปนเปื้อนออกมาในสิ่งแวดล้อมได้

3) ปัจจัยทางด้านสิ่งแวดล้อม เนื่องจากทางด้านทิศเหนือหรือตะวันออกของอู่พ่นสีรถยนต์เป็นพื้นที่โล่งไม่มีผนังกั้น มีลมจากธรรมชาติพัดเข้า-ออกอยู่ตลอดเวลา จึงเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้มีการฟุ้งกระจายของฝุ่นที่โลหะหนักไปยังฝ่ายต่างๆ ได้ รวมทั้งประชาชนที่อาศัยอยู่รอบๆ อู่พ่นสีรถยนต์ก็อาจได้รับสารโลหะหนักด้วย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของเจริญศักดิ์ งานไตรไร (2545) ที่พบว่า ละอองสีของตะกั่ว แคดเมียม โครเมียม และสารอื่นๆ จากสถานประกอบการพ่นสีรถยนต์มีการฟุ้งกระจายไปยังที่พักอาศัยของประชาชนที่อยู่ใกล้เคียงได้

4.2.2 ผลการเปรียบเทียบความเข้มข้นของตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียมในตัวอย่างบริเวณมือ (swab) ของคนงานในอู่พ่นสีรถยนต์ที่มีห้องพ่นสีมาตรฐานในช่วงเวลาที่มีปริมาณการเข้าใช้บริการพ่นสีรถยนต์ที่แตกต่างกัน

การเปรียบเทียบความเข้มข้นของตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียมในตัวอย่างบริเวณมือ (swab)ของคนงานในอู่พ่นสีรถยนต์ที่มีห้องพ่นสีมาตรฐานในช่วงเวลาที่มีปริมาณการเข้าใช้บริการพ่นสีรถยนต์ที่แตกต่างกัน ได้ผลดังสรุปไว้ในตารางที่ 17 - 19

ตารางที่ 17 ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานการเปรียบเทียบความเข้มข้นของตะกั่วในตัวอย่างบริเวณมือ (swab) ของคนงานในอู่พ่นสีรถยนต์ที่มีห้องพ่นสีมาตรฐานในช่วงเวลาที่มีปริมาณการเข้าใช้บริการพ่นสีรถยนต์ที่แตกต่างกัน (หน่วย : ไมโครกรัมต่อตารางฟุต)

โลหะหนัก	**ปริมาณการเข้าใช้บริการพ่นสีรถยนต์**		
	มาก (พ.ค. 2558)	**ปานกลาง (เม.ย. 2558)**	**น้อย (มี.ค. 2558)**
ตะกั่ว	4.546 ± 8.604	2.106 ± 3.230	2.870 ± 3.967

ผลการเปรียบเทียบความเข้มข้นของตะกั่วในตัวอย่างบริเวณมือ (Swab) ของคนงานในอู่พ่นสีรถยนต์ที่มีห้องพ่นสีมาตรฐานในช่วงเวลาที่มีปริมาณการเข้าใช้บริการพ่นสีรถยนต์ที่แตกต่างกัน คือ จำนวนมาก (71 - 80 คัน/เดือน พฤษภาคม 2558), ปานกลาง (61 - 70 คัน/เดือน, เมษายน 2558) และน้อย (50 - 60 คัน/เดือน, มีนาคม 2558) พบว่า ความเข้มข้นของตะกั่วในช่วงเวลาที่มีปริมาณการเข้าใช้บริการพ่นสีรถยนต์จำนวนมาก (4.546 ± 8.604 ไมโครกรัมต่อตารางฟุต) จำนวนปานกลาง (2.106 ± 3.230 ไมโครกรัมต่อตารางฟุต) และจำนวนน้อย (2.870 ± 3.967 ไมโครกรัมต่อตารางฟุต) ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ดังแสดงไว้ในตารางที่ 17

ตารางที่ 18 ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานการเปรียบเทียบความเข้มข้นของแคดเมียมในตัวอย่างบริเวณมือ (swab) ของคนงานในอู่พ่นสีรถยนต์ที่มีห้องพ่นสีมาตรฐานในช่วงเวลาที่มีปริมาณการเข้าใช้บริการพ่นสีรถยนต์ที่แตกต่างกัน (หน่วย : ไมโครกรัมต่อตารางฟุต)

โลหะหนัก	ปริมาณการเข้าใช้บริการพ่นสีรถยนต์		
	มาก (พ.ค. 2558)	ปานกลาง (เม.ย. 2558)	น้อย (มี.ค. 2558)
แคดเมียม	1.089 ± 0.483[a]	0.056 ± 0.060[b]	0.001 ± 0.007[c]

หมายเหตุ : ตัวเลขที่นำเสนอเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (n = 30) ค่าเฉลี่ยในสดมภ์ที่มีตัวอักษรกำกับมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$)

ผลการเปรียบเทียบความเข้มข้นของแคดเมียมในตัวอย่างบริเวณมือ (Swab) ของคนงานในอู่พ่นสีรถยนต์ที่มีห้องพ่นสีมาตรฐานในช่วงเวลาที่มีปริมาณการเข้าใช้บริการพ่นสีรถยนต์จำนวนมาก (1.089 ± 0.483 ไมโครกรัมต่อตารางฟุต) จำนวนปานกลาง (0.056 ± 0.060 ไมโครกรัมต่อตารางฟุต) และจำนวนน้อย (0.001 ± 0.007 ไมโครกรัมต่อตารางฟุต) มีค่ามากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ดังแสดงไว้ในตารางที่ 18

ตารางที่ 19 ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานการเปรียบเทียบความเข้มข้นของโครเมียมในตัวอย่างบริเวณมือ (swab) ของคนงานในอู่พ่นสีรถยนต์ที่มีห้องพ่นสีมาตรฐานในช่วงเวลาที่มีปริมาณการเข้าใช้บริการพ่นสีรถยนต์ที่แตกต่างกัน (หน่วย : ไมโครกรัมต่อตารางฟุต)

โลหะหนัก	ปริมาณการเข้าใช้บริการพ่นสีรถยนต์		
	มาก (พ.ค. 2558)	ปานกลาง (เม.ย. 2558)	น้อย (มี.ค. 2558)
โครเมียม	3.325 ± 5.797	1.418 ± 1.630	2.199 ± 4.532

ผลการเปรียบเทียบความเข้มข้นของโครเมียมในตัวอย่างบริเวณมือ (Swab) ของคนงานในอู่พ่นสีรถยนต์ที่มีห้องพ่นสีมาตรฐานในช่วงเวลาที่มีปริมาณการเข้าใช้บริการพ่นสีรถยนต์จำนวนมาก (3.325 ± 5.797 ไมโครกรัมต่อตารางฟุต) จำนวนปานกลาง (1.418 ± 1.630 ไมโครกรัมต่อตารางฟุต) และจำนวนน้อย (2.199 ± 4.532 ไมโครกรัมต่อตารางฟุต) ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ดังแสดงไว้ในตารางที่ 19

วิจารณ์ผลการทดลองมีดังนี้

ความเข้มข้นของตะกั่ว และโครเมียม ในช่วงเวลาที่มีปริมาณการเข้าใช้บริการพ่นสีรถยนต์จำนวนมาก,จำนวนปานกลาง และจำนวนน้อย ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าปริมาณตะกั่วในตัวอย่างบริเวณมือ (swab) ของคนงานในอู่พ่นสีรถยนต์ที่มีห้องพ่นสีมาตรฐานไม่แปรผันตามจำนวนรถยนต์ที่เข้าใช้บริการพ่นสีรถยนต์

ทั้งนี้ความเข้มข้นของตะกั่ว และโครเมียม ในตัวอย่างบริเวณมือ (swab) ของคนงานในอู่พ่นสีรถยนต์ที่มีห้องพ่นสีมาตรฐานที่ไม่แปรผันตามปริมาณรถยนต์ที่เข้าใช้บริการพ่นสีรถยนต์ เนื่องจากมีปัจจัยอื่นที่ทำให้ความเข้มข้นของตะกั่วและแคดเมียมไม่แปรผันตามปริมาณรถยนต์ เช่น การจัดการภายในอู่พ่นสีรถยนต์ ปัจจัยทางสิ่งแวดล้อม เป็นต้น ซึ่งประเด็นนี้ควรเป็นหัวข้องานวิจัยที่จะทำการศึกษาต่อเนื่องไปในอนาคต

ความเข้มข้นของแคดเมียมในตัวอย่างบริเวณมือ (swab) ของคนงานในอู่พ่นสีรถยนต์ที่มีห้องพ่นสีมาตรฐานในช่วงเวลาที่มีปริมาณการเข้าใช้บริการพ่นสีรถยนต์จำนวนมาก ปานกลาง และน้อย มีค่ามากอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่าความเข้มข้นของแคดเมียมในตัวอย่างบริเวณมือ (swab) ของคนงานในอู่พ่นสีรถยนต์ที่มีห้องพ่นสีมาตรฐานเพิ่มสูงมากขึ้นตามปริมาณรถยนต์ที่เข้าใช้บริการพ่นสีรถยนต์

ทั้งนี้ความเข้มข้นของแคดเมียมในตัวอย่างบริเวณมือ (swab) ของคนงานในอู่พ่นสีรถยนต์ที่มีห้องพ่นสีมาตรฐานจะเพิ่มมากขึ้นตามปริมาณรถยนต์ที่เข้าใช้บริการพ่นสีรถยนต์ เนื่องจากมีปัจจัยดังต่อไปนี้

1) ปริมาณการเข้าใช้บริการพ่นสีรถยนต์ จากศึกษาของเจริญศักดิ์ งามไตรไร (2545) พบว่า ความเข้มข้นของตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียม ในกระบวนการพ่นสีรถยนต์จะขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ เช่น ปริมาณของส่วนผสมของสี ปริมาณของสีพ่น ชั้นความหนา ระยะเวลาที่พ่น ขนาดหรือบริเวณที่พ่น และระบบระบายอากาศ จึงทำให้ปริมาณความเข้มข้นของแคดเมียมของบริเวณมือของคนงานมีค่าสูง หรือน้อย เป็นไปตามปริมาณรถยนต์ที่เข้าใช้บริการของแต่ละเดือน

2) พฤติกรรมเสี่ยงและการขาดความระมัดระวังในการทำงานของคนงาน ซึ่งทำให้โลหะหนักเกิดการปนเปื้อนที่บริเวณมือ (swab) ของคนงาน กล่าวคือ คนงานไม่ใส่ถุงมือหรืออุปกรณ์ป้องกันอันตรายจากโลหะหนัก จึงให้มีการปนเปื้อนของสารโลหะหนักบริเวณมือ (swab) ของคนงานเป็นปริมาณมาก ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของบรรหาร ปรุงโพธิ์ (2549) ที่พบว่าพฤติกรรมเสี่ยงของ

คนงานในสถานประกอบการพ่นสีรถยนต์ที่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพ ได้แก่ การไม่สวมใส่อุปกรณ์ป้องกันภัย และความประมาทในการทำงาน

3) พฤติกรรมเสี่ยงของคนงานที่ทำให้โลหะหนักเกิดการปนเปื้อนที่บริเวณมือของคนงาน กล่าวคือ จากการวิเคราะห์ข้อมูลในแบบสอบถามพบว่า ส่วนใหญ่คนงานจะมีพฤติกรรมการสูบบุหรี่ในช่วงพักภายในอู่พ่นสีรถยนต์ และส่วนใหญ่ไม่มีการล้างมือก่อนสูบบุหรี่ ซึ่งในบุหรี่จะมีโลหะหนักผสมอยู่ด้วย (Dube and Green, 1983) ทำให้เกิดการปนเปื้อนของโลหะหนักที่บริเวณมือของคนงานได้

4.3 การเปรียบเทียบความเข้มข้นของตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียมในตัวอย่างฝุ่นพื้นและตัวอย่างบริเวณมือ (swab) ของคนงานในอู่พ่นสีรถยนต์ที่ไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐานในช่วงเวลาที่มีปริมาณการเข้าใช้บริการพ่นสีรถยนต์ที่แตกต่างกัน

4.3.1 ผลการเปรียบเทียบความเข้มข้นของตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียมในตัวอย่างฝุ่นพื้นจากอู่พ่นสีรถยนต์ที่ไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐานในช่วงเวลาที่มีปริมาณการเข้าใช้บริการพ่นสีรถยนต์ที่แตกต่างกัน

การเปรียบเทียบความเข้มข้นของตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียมในตัวอย่างฝุ่นพื้นจากอู่พ่นสีรถยนต์ที่ไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐานในช่วงเวลาที่มีปริมาณการเข้าใช้บริการพ่นสีรถยนต์ที่แตกต่างกัน ได้ผลดังสรุปไว้ในตารางที่ 20 - 22

ตารางที่ 20 ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานการเปรียบเทียบความเข้มข้นของตะกั่วในตัวอย่างฝุ่นพื้นจากอู่พ่นสีรถยนต์ที่ไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐานในช่วงเวลาที่มีปริมาณการเข้าใช้บริการพ่นสีรถยนต์ที่แตกต่างกัน (หน่วย : ไมโครกรัมต่อตารางฟุต)

โลหะหนัก	ปริมาณการเข้าใช้บริการพ่นสีรถยนต์		
	มาก (มี.ค. 2558)	ปานกลาง (เม.ย. 2558)	น้อย (พ.ค. 2558)
ตะกั่ว	62.444 ± 18.724[a]	6.738 ± 4.801[b,c]	52.585 ± 5.968[d]

หมายเหตุ : ตัวเลขที่นำเสนอเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (n = 4) ค่าเฉลี่ยในสดมภ์ที่มีตัวอักษรกำกับมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$)

ผลการเปรียบเทียบความเข้มข้นของตะกั่วในตัวอย่างฝุ่นพื้นจากอู่พ่นสีรถยนต์ที่ไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐานในช่วงเวลาที่มีปริมาณการเข้าใช้บริการพ่นสีรถยนต์ที่แตกต่างกัน คือ จำนวนมาก (11 - 15 คัน/เดือน, มีนาคม 2558), ปานกลาง (5 - 10 คัน/เดือน, เมษายน 2558) และน้อย (น้อยกว่า 5 คัน/เดือน, พฤษภาคม 2558) พบว่า ความเข้มข้นของตะกั่วในช่วงเวลาที่มีปริมาณการเข้าใช้บริการพ่นสีรถยนต์จำนวนมาก (62.444 ± 18.724 ไมโครกรัมต่อตารางฟุต) มีค่ามากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับความเข้มข้นของตะกั่วในช่วงเวลาที่มีปริมาณการเข้าใช้บริการพ่นสีรถยนต์จำนวนปานกลาง (6.738 ± 4.801 ไมโครกรัมต่อตารางฟุต) และนอกจากนี้ยังพบว่าความเข้มข้นของตะกั่วในช่วงเวลาที่มีปริมาณการเข้าใช้บริการพ่นสีรถยนต์จำนวนปานกลาง มีค่ามากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับปริมาณการเข้าใช้บริการพ่นสีรถยนต์จำนวนน้อย (52.585 ± 5.968 ไมโครกรัมต่อตารางฟุต) ดังแสดงไว้ในตารางที่ 20

ตารางที่ 21 ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานการเปรียบเทียบความเข้มข้นของแคดเมียมในตัวอย่างฝุ่นพื้นจากอู่พ่นสีรถยนต์ที่ไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐานในช่วงเวลาที่มีปริมาณการเข้าใช้บริการพ่นสีรถยนต์ที่แตกต่างกัน (หน่วย : ไมโครกรัมต่อตารางฟุต)

โลหะหนัก	**ปริมาณการเข้าใช้บริการพ่นสีรถยนต์**		
	มาก (มี.ค. 2558)	**ปานกลาง (เม.ย. 2558)**	**น้อย (พ.ค. 2558)**
แคดเมียม	0.316 ± 0.295	0.044 ± 0.051	0.000 ± 0.000

ผลการเปรียบเทียบความเข้มข้นของแคดเมียมในตัวอย่างฝุ่นพื้นจากอู่พ่นสีรถยนต์ที่ไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐานในช่วงเวลาที่มีปริมาณการเข้าใช้บริการพ่นสีรถยนต์จำนวนมาก (0.316 ± 0.295 ไมโครกรัมต่อตารางฟุต), จำนวนปานกลาง (0.044 ± 0.051 ไมโครกรัมต่อตารางฟุต) และจำนวนน้อย (0.000 ± 0.000 ไมโครกรัมต่อตารางฟุต) ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ดังแสดงไว้ในตารางที่ 21

ตารางที่ 22 ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานการเปรียบเทียบความเข้มข้นของโครเมียมในตัวอย่างฝุ่นพื้นจากอู่พ่นสีรถยนต์ที่ไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐานในช่วงเวลาที่มีปริมาณการเข้าใช้บริการพ่นสีรถยนต์ที่แตกต่างกัน (หน่วย : ไมโครกรัมต่อตารางฟุต)

โลหะหนัก	ปริมาณการเข้าใช้บริการพ่นสีรถยนต์		
	มาก (มี.ค. 2558)	ปานกลาง (เม.ย. 2558)	น้อย (พ.ค. 2558)
โครเมียม	26.424 ± 11.557	26.673 ± 5.732	157.017 ± 218.592

ผลการเปรียบเทียบความเข้มข้นของโครเมียมในตัวอย่างฝุ่นพื้นจากอู่พ่นสีรถยนต์ที่ไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐานในช่วงเวลาที่มีปริมาณการเข้าใช้บริการพ่นสีรถยนต์จำนวนมาก (26.424 ± 11.557 ไมโครกรัมต่อตารางฟุต), จำนวนปานกลาง (26.673 ± 5.732 ไมโครกรัมต่อตารางฟุต) และจำนวนน้อย (157.017 ± 218.592 ไมโครกรัมต่อตารางฟุต) ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ดังแสดงไว้ในตารางที่ 22

วิจารณ์ผลการทดลองมีดังนี้

ความเข้มข้นของตะกั่วในช่วงเวลาที่มีปริมาณการเข้าใช้บริการพ่นสีรถยนต์จำนวนมากกับจำนวนปานกลาง และช่วงเวลาที่มีปริมาณการเข้าใช้บริการพ่นสีรถยนต์จำนวนปานกลางกับจำนวนน้อย มีค่ามากอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ทั้งนี้ความเข้มข้นของตะกั่วในตัวอย่างฝุ่นพื้นจากอู่พ่นสีรถยนต์ที่ไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐานจะเพิ่มมากขึ้นตามปริมาณรถยนต์ที่เข้าใช้บริการพ่นสีรถยนต์ เนื่องจากมีปัจจัยดังต่อไปนี้

1) ปริมาณการเข้าใช้บริการพ่นสีรถยนต์ จากศึกษาของเจริญศักดิ์ งามไตรไร (2545) พบว่า ความเข้มข้นของตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียม ในกระบวนการพ่นสีรถยนต์จะขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ ได้แก่ ปริมาณของส่วนผสมของสี ปริมาณของสีพ่น ชั้นความหนา ระยะเวลาที่พ่น ขนาดหรือบริเวณที่พ่น และระบบระบายอากาศ

2) อู่พ่นสีรถยนต์นี้ไม่มีตู้ดูดไอระเหย (hood) สำหรับให้คนงานผสมสี, ไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน และไม่มีอุปกรณ์กำจัดโลหะหนักโดยเฉพาะ เมื่อคนงานมีการพ่นและขัดสีรถยนต์ก็จะทำให้เกิดการปนเปื้อนของสารตะกั่วไปทั่วบริเวณอู่พ่นสีที่ไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน

ความเข้มข้นของแคดเมียมและโครเมียมในตัวอย่างฝุ่นพื้นจากอู่พ่นสีรถยนต์ที่ไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐานในช่วงเวลาที่มีปริมาณการเข้าใช้บริการพ่นสีรถยนต์จำนวนมาก จำนวนปานกลาง และจำนวนน้อย ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่าระดับความเข้มข้นของแคดเมียมและโครเมียมในตัวอย่างฝุ่นพื้นจากอู่พ่นสีรถยนต์ที่ไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐานไม่แปรผันตามปริมาณรถยนต์ที่เข้าใช้บริการพ่นสีรถยนต์

4.3.2 ผลการเปรียบเทียบความเข้มข้นของตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียมในตัวอย่างบริเวณมือ (Swab) ของคนงานในอู่พ่นสีรถยนต์ที่ไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐานในช่วงเวลาที่มีปริมาณการเข้าใช้บริการพ่นสีรถยนต์ที่แตกต่างกัน

การเปรียบเทียบความเข้มข้นของตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียมในตัวอย่างบริเวณมือ (Swab) ของคนงานในอู่พ่นสีรถยนต์ที่ไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐานในช่วงเวลาที่มีปริมาณการเข้าใช้บริการพ่นสีรถยนต์ที่แตกต่างกัน ได้ผลดังสรุปไว้ในตารางที่ 23 - 25

ตารางที่ 23 ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานการเปรียบเทียบความเข้มข้นของตะกั่ว ในตัวอย่างบริเวณมือ (swab) ของคนงานในอู่พ่นสีรถยนต์ที่ไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐานในช่วงเวลาที่มีปริมาณการเข้าใช้บริการพ่นสีรถยนต์ที่แตกต่างกัน (หน่วย : ไมโครกรัมต่อตารางฟุต)

โลหะหนัก	ปริมาณการเข้าใช้บริการพ่นสีรถยนต์		
	มาก (มี.ค. 2558)	ปานกลาง (เม.ย. 2558)	น้อย (พ.ค. 2558)
ตะกั่ว	32.124 ± 16.828^{a}	$4.955 \pm 0.983^{b,c}$	15.787 ± 4.069^{d}

หมายเหตุ: ตัวเลขที่นำเสนอเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (n = 3) ค่าเฉลี่ยในสดมภ์ที่มีตัวอักษรกำกับมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$)

ผลการเปรียบเทียบความเข้มข้นของตะกั่วในตัวอย่างบริเวณมือ (Swab) ของคนงานใน อู่พ่นสีรถยนต์ที่ไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐานในช่วงเวลาที่มีปริมาณการเข้าใช้บริการพ่นสีรถยนต์ที่แตกต่างกัน คือ จำนวนมาก (11 - 15 คัน/เดือน, มีนาคม 2558), ปานกลาง (5 - 10 คัน/เดือน, เมษายน 2558) และน้อย (น้อยกว่า 5 คัน/เดือน, พฤษภาคม 2558) พบว่า ความเข้มข้นของตะกั่วในช่วงเวลาที่มีปริมาณการเข้าใช้บริการพ่นสีรถยนต์จำนวนมาก (32.124 ± 16.828 ไมโครกรัมต่อตารางฟุต) มีค่ามากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับความเข้มข้นของตะกั่วในช่วงเวลาที่มีปริมาณการเข้าใช้บริการพ่นสีรถยนต์จำนวนปานกลาง (4.955 ± 0.983 ไมโครกรัมต่อตารางฟุต)

นอกจากนี้ ยังพบว่า ความเข้มข้นของตะกั่วในช่วงเวลาที่มีปริมาณการเข้าใช้บริการพ่นสีรถยนต์จำนวนปานกลาง มีค่ามากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับความเข้มข้นของตะกั่วในช่วงเวลาที่มีปริมาณการเข้าใช้บริการพ่นสีรถยนต์จำนวนน้อย (15.787 ± 4.069 ไมโครกรัมต่อตารางฟุต) ดังแสดงไว้ในตารางที่ 23

ตารางที่ 24 ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานการเปรียบเทียบความเข้มข้นของแคดเมียมตัวอย่างบริเวณมือ (swab) ของคนงานในอู่พ่นสีรถยนต์ที่ไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐานในช่วงเวลาที่มีปริมาณการเข้าใช้บริการพ่นสีรถยนต์ที่แตกต่างกัน (หน่วย : ไมโครกรัมต่อตารางฟุต)

โลหะหนัก	**ปริมาณการเข้าใช้บริการพ่นสีรถยนต์**		
	มาก (มี.ค. 2558)	**ปานกลาง (เม.ย. 2558)**	**น้อย (พ.ค. 2558)**
แคดเมียม	1.404 ± 0.419^{ac}	0.069 ± 0.048^{b}	0.000 ± 0.000^{d}

หมายเหตุ: ตัวเลขที่นำเสนอเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (n = 3) ค่าเฉลี่ยในสดมภ์ที่มีตัวอักษรกำกับมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$)

ความเข้มข้นของแคดเมียมในตัวอย่างบริเวณมือ (swab) ของคนงานในอู่พ่นสีรถยนต์ที่ไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐานในช่วงเวลาที่มีปริมาณการเข้าใช้บริการพ่นสีรถยนต์จำนวนมาก (1.404 ± 0.419 ไมโครกรัมต่อตารางฟุต) มีค่ามากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับความเข้มข้นของแคดเมียมในช่วงเวลาที่มีปริมาณการเข้าใช้บริการพ่นสีรถยนต์จำนวนปานกลาง (0.069 ± 0.048 ไมโครกรัมต่อตารางฟุต) นอกจากนี้ยังพบว่า ช่วงเวลาที่มีปริมาณการเข้าใช้บริการพ่นสีรถยนต์จำนวนมาก มีค่ามากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับความเข้มข้นของแคดเมียมในช่วงเวลาที่มีปริมาณการเข้าใช้บริการพ่นสีรถยนต์ จำนวนน้อย (0.000 ± 0.000 ไมโครกรัมต่อตารางฟุต) ดังแสดงไว้ในตารางที่ 24

ตารางที่ 25 ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานการเปรียบเทียบความเข้มข้นของโครเมียมตัวอย่างบริเวณมือ (swab) ของคนงานในอู่พ่นสีรถยนต์ที่ไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐานในช่วงเวลาที่มีปริมาณการเข้าใช้บริการพ่นสีรถยนต์ที่แตกต่างกัน (หน่วย : ไมโครกรัมต่อตารางฟุต)

โลหะหนัก	ปริมาณการเข้าใช้บริการพ่นสีรถยนต์		
	มาก (มี.ค. 2558)	ปานกลาง (เม.ย. 2558)	น้อย (พ.ค. 2558)
โครเมียม	11.837 ± 9.607[a]	1.851 ± 0.438	85.663 ± 126.314[b]

หมายเหตุ: ตัวเลขที่นำเสนอเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (n = 3) ค่าเฉลี่ยในสดมภ์ที่มีตัวอักษรกำกับมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$)

ความเข้มข้นของโครเมียมในตัวอย่างบริเวณมือ (swab) ของคนงานในอู่พ่นสีรถยนต์ที่ไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐานในช่วงเวลาที่มีปริมาณการเข้าใช้บริการพ่นสีรถยนต์จำนวนมาก (11.837 ± 9.607 ไมโครกรัมต่อตารางฟุต) กับจำนวนน้อย (85.663 ± 126.314 ไมโครกรัมต่อตารางฟุต) มีค่ามากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ดังแสดงไว้ในตารางที่ 25

วิจารณ์ผลการทดลองมีดังนี้

ความเข้มข้นของตะกั่ว และแคดเมียม และโครเมียม ในตัวอย่างบริเวณมือ (Swab) ของคนงานในอู่พ่นสีรถยนต์ที่ไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐานจะเพิ่มมากขึ้นตามปริมาณรถยนต์ที่เข้าใช้บริการพ่นสีรถยนต์ เนื่องจากมีปัจจัยดังต่อไปนี้

1) ปริมาณการเข้าใช้บริการพ่นสีรถยนต์ จากศึกษาของเจริญศักดิ์ งามไตรไร (2545) พบว่า ความเข้มข้นของตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียมในกระบวนการพ่นสีรถยนต์จะขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ ได้แก่ ปริมาณของส่วนผสมของสี ปริมาณของสีพ่น ชั้นความหนา ระยะเวลาที่พ่น ขนาดหรือบริเวณที่พ่น และระบบระบายอากาศ จึงทำให้ปริมาณความเข้มข้นของโลหะหนักบริเวณมือของคนงานมีค่าสูง หรือน้อย เป็นไปตามปริมาณรถยนต์ที่เข้าใช้บริการของแต่ละเดือน

2) ระบบกำจัดสารโลหะหนักก่อนปล่อยออกสู่สิ่งแวดล้อม เนื่องจากอู่พ่นสีรถยนต์ที่ไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐานไม่มีอุปกรณ์กำจัดโลหะหนักโดยเฉพาะ ไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน และไม่มีตู้ดูดไอระเหย (Hood) สำหรับให้คนงานผสมสี จึงทำให้มีสารโลหะหนักปนเปื้อนภายในอู่พ่นสีรถยนต์ รวมทั้งออกไปสู่บ้านของประชาชนใกล้เคียงได้

3) อู่พ่นสีรถยนต์ที่ไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐานนี้ เป็นอู่พ่นสีรถยนต์ในท้องถิ่นที่มีคนงานเป็นแรงงานในท้องถิ่น และคนงานแต่ละคนจะมีความชำนาญหรือความสามารถในการทำงานได้หลายประเภท เช่น พ่นสี ขัดสี และผสมสี เป็นต้น นอกจากนี้ จากการวิเคราะห์ข้อมูลในแบบสอบถามพบว่าคนงานส่วนใหญ่ในอู่พ่นสีรถยนต์ที่ไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน สำเร็จการศึกษาในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) จึงไม่มีความรู้และไม่ค่อยตระหนักถึงการจัดการสิ่งแวดล้อมในการทำงาน, ความปลอดภัยในการทำงาน และความเสี่ยงต่อสุขภาพเนื่องจากสารโลหะหนัก ทำให้มีโอกาสเกิดการปนเปื้อนของโลหะหนักบริเวณมือของคนงานได้ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาสาเหตุการเสียชีวิตของคนงานในประเทศไต้หวัน ที่พบว่าเกิดจากการไม่มีความรู้ และไม่มีประสบการณ์ในการทำงาน (Chi *et al*., 2004)

4) คนงานของอู่พ่นสีรถยนต์ไม่ได้สวมถุงมือหรืออุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลอื่นๆ ในขณะปฏิบัติงาน ทำให้เกิดการปนเปื้อนของโลหะหนักจากสีพ่นรถยนต์ที่บริเวณมือของคนงาน

5) พฤติกรรมเสี่ยงของคนงานที่ทำให้โลหะหนักเกิดการปนเปื้อนที่บริเวณมือของคนงาน กล่าวคือ จากการวิเคราะห์ข้อมูลในแบบสอบถามพบว่า คนงานส่วนใหญ่จะมีพฤติกรรมการสูบบุหรี่ในช่วงพักภายในอู่พ่นสีรถยนต์ และส่วนใหญ่ไม่มีการล้างมือก่อนสูบบุหรี่ ซึ่งในบุหรี่จะมีโลหะหนักผสมอยู่ด้วย (Dube and Green, 1983) จึงทำให้เกิดการปนเปื้อนของโลหะหนักที่บริเวณมือของคนงานได้

4.4 การเปรียบเทียบความเข้มข้นของตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียมในตัวอย่างฝุ่นพื้นและตัวอย่างบริเวณมือ (swab) ของคนงานระหว่างอู่พ่นสีรถยนต์ที่มีห้องพ่นสีมาตรฐานกับไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน

4.4.1 ผลการเปรียบเทียบความเข้มข้นของตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียมในตัวอย่างฝุ่นพื้นระหว่างอู่พ่นสีรถยนต์ที่มีห้องพ่นสีมาตรฐานกับไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน

การเปรียบเทียบความเข้มข้นของตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียมในตัวอย่างฝุ่นพื้นระหว่างอู่พ่นสีรถยนต์ที่มีห้องพ่นสีมาตรฐานกับไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน ดังแสดงไว้ในตารางที่ 26 - 27

ตารางที่ 26 ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานการเปรียบเทียบความเข้มข้นของตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียมในตัวอย่างฝุ่นพื้นระหว่างอู่ พ่นสีรถยนต์ที่มีห้องพ่นสีมาตรฐานกับไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน (หน่วย : ไมโครกรัมต่อตารางฟุต)

ค่าสถิติ	โลหะหนักในตัวอย่างฝุ่นพื้น					
	ตะกั่ว (Pb)		แคดเมียม (Cd)		โครเมียม (Cr)	
	มีห้องพ่นสี	ไม่มีห้องพ่นสี	มีห้องพ่นสี	ไม่มีห้องพ่นสี	มีห้องพ่นสี	ไม่มีห้องพ่นสี
P-Value	0.000		0.096		0.002	

หมายเหตุ: ตัวเลขที่นำเสนอเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าเฉลี่ยในสดมภ์ที่มีตัวอักษรเหมือนกันกำกับ มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$)

ผลการเปรียบเทียบความเข้มข้นของตะกั่วในตัวอย่างฝุ่นพื้นระหว่างอู่พ่นสีรถยนต์ที่มีห้องพ่นสีมาตรฐานกับไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน พบว่า ความเข้มข้นของตะกั่วในตัวอย่างฝุ่นพื้นจากอู่พ่นสีรถยนต์ที่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน มีค่ามากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับความเข้มข้นของตะกั่วในตัวอย่างฝุ่นพื้นจากอู่พ่นสีรถยนต์ที่ไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน ดังแสดงไว้ในตารางที่ 26

ความเข้มข้นของแคดเมียมในตัวอย่างฝุ่นพื้นจากอู่พ่นสีรถยนต์ที่มีห้องพ่นสีมาตรฐานไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) กับความเข้มข้นของแคดเมียมในตัวอย่างฝุ่นพื้นจากอู่พ่นสีรถยนต์ที่ไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน ดังแสดงไว้ในตารางที่ 26

ความเข้มข้นของโครเมียมในตัวอย่างฝุ่นพื้นจากอู่พ่นสีรถยนต์ที่มีห้องพ่นสีมาตรฐานมีค่ามากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับความเข้มข้นของโครเมียมในตัวอย่างฝุ่นพื้นจากอู่พ่นสีรถยนต์ที่ไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน ดังแสดงไว้ในตารางที่ 26

วิจารณ์ผลการทดลองมีดังนี้

ผลการเปรียบเทียบความเข้มข้นของตะกั่วและโครเมียมในตัวอย่างฝุ่นพื้นระหว่างอู่พ่นสีรถยนต์ที่มีห้องพ่นสีมาตรฐานกับไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน พบว่า ความเข้มข้นของตะกั่วและโครเมียมในตัวอย่างฝุ่นพื้นจากอู่พ่นสีรถยนต์ที่มีห้องพ่นสีมาตรฐานมีค่ามากอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับความเข้มข้นของตะกั่วและโครเมียมในตัวอย่างฝุ่นพื้นจากอู่พ่นสีรถยนต์ที่ไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการมีหรือไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐานพร้อมอุปกรณ์กำจัดโลหะหนักก่อนที่จะปล่อยอากาศออกจากปล่อง, การมีหรือไม่มีระบบระบายอากาศภายในบริเวณทำงาน และการมีหรือไม่มีตู้ดูดไอระเหย (hood) สำหรับให้คนงานผสมสีพ่นสีรถยนต์ อาจเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดการปนเปื้อนของตะกั่วในฝุ่นพื้นภายในอู่พ่นสีรถยนต์ ดังจะเห็นได้จากอู่พ่นสีรถยนต์ที่ไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน ไม่มีระบบระบายอากาศ และไม่มีตู้ดูดไอระเหย(hood) จะมีค่าความเข้มข้นของตะกั่วในตัวอย่างฝุ่นพื้นสูงกว่าอู่พ่นสีรถยนต์ที่มีห้องพ่นสีมาตรฐานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ถึงแม้ว่าจะมีจำนวนรถยนต์ที่เข้าใช้บริการพ่นสีรถยนต์ในแต่ละเดือนที่ทำการศึกษาน้อยกว่าก็ตาม นอกจากนี้ยังมีปัจจัยอื่น คือ จากการวิเคราะห์ข้อมูลในแบบสอบถามพบว่าคนงานส่วนใหญ่ในอู่พ่นสีรถยนต์ที่ไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐานนี้ สำเร็จการศึกษาในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) จึงไม่มีความรู้และไม่ค่อยตระหนักถึงการจัดการสิ่งแวดล้อมในการทำงาน ความปลอดภัยในการทำงาน และความเสี่ยงต่อสุขภาพเนื่องจากสารโลหะหนัก ทำให้มีโอกาสเกิดการปนเปื้อนของโลหะหนักในสิ่งแวดล้อมการทำงานได้

ความเข้มข้นของแคดเมียมในตัวอย่างฝุ่นพื้นจากอู่พ่นสีรถยนต์ที่มีห้องพ่นสีมาตรฐานไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) กับความเข้มข้นของแคดเมียมในตัวอย่างฝุ่นพื้นจากอู่พ่นสีรถยนต์ที่ไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการมีหรือไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐานพร้อมอุปกรณ์กำจัดโลหะหนักก่อนที่จะปล่อยอากาศออกจากปล่อง การมีหรือไม่มีระบบระบายอากาศภายในบริเวณทำงาน และการมีหรือไม่มีตู้ดูดไอระเหย (hood) สำหรับให้คนงานผสมสีพ่นสีรถยนต์อาจจะไม่มีผลต่อปริมาณของแคดเมียมในฝุ่นพื้นภายในอู่พ่นสีรถยนต์ หรืออาจจะมีปัจจัยอื่นๆ เช่น จำนวนรถยนต์ที่เข้าใช้บริการพ่นสีรถยนต์ที่อาจจะส่งผลต่อการปนเปื้อนของแคดเมียมในฝุ่นพื้นภายในอู่พ่นสีรถยนต์ ซึ่งประเด็นนี้ควรเป็นหัวข้องานวิจัยที่จะทำการศึกษาต่อเนื่องไปในอนาคต

4.4.2 ผลการเปรียบเทียบความเข้มข้นของตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียมในตัวอย่างบริเวณมือ (swab) ของคนงานระหว่างอู่พ่นสีรถยนต์ที่มีห้องพ่นสีมาตรฐานกับไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน

การเปรียบเทียบความเข้มข้นของตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียมในตัวอย่างบริเวณมือ (swab) ของคนงานระหว่างอู่พ่นสีรถยนต์ที่มีห้องพ่นสีมาตรฐานกับไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน ได้ผลดังสรุปไว้ในตารางที่ 27

ตารางที่ 27 ผลการเปรียบเทียบความเข้มข้นของตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียมในตัวอย่างบริเวณมือ (swab)ของคนงานระหว่างอู่พ่นสีรถยนต์ที่มีห้องพ่นสีมาตรฐานกับไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน (หน่วย : ไมโครกรัมต่อตารางฟุต)

ค่าสถิติ	โลหะหนักในตัวอย่างบริเวณมือ (Swab) ของคนงาน (ไมโครกรัมต่อตารางฟุต)					
	ตะกั่ว (Pb)		แคดเมียม (Cd)		โครเมียม (Cr)	
	มีห้องพ่นสี	ไม่มีห้องพ่นสี	มีห้องพ่นสี	ไม่มีห้องพ่นสี	มีห้องพ่นสี	ไม่มีห้องพ่นสี
P-Value	0.000		0.229		0.000	

หมายเหตุ: ตัวเลขที่นำเสนอเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าเฉลี่ยในสดมภ์ที่มีตัวอักษรเหมือนกันกำกับ มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$)

ผลการเปรียบเทียบความเข้มข้นของตะกั่วในตัวอย่างบริเวณมือ (swab) ของคนงานระหว่างอู่พ่นสีรถยนต์ที่มีห้องพ่นสีมาตรฐานกับไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน พบว่า ความเข้มข้นของตะกั่วในตัวอย่างบริเวณมือ (swab) ของคนงานในอู่พ่นสีรถยนต์ที่มีห้องพ่นสีมาตรฐานมีค่ามากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับความเข้มข้นของตะกั่วในตัวอย่างบริเวณมือ (swab) ของคนงานในอู่พ่นสีรถยนต์ที่ไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน ดังแสดงไว้ในตารางที่ 27

ความเข้มข้นของแคดเมียมในตัวอย่างบริเวณมือ (swab) ของคนงานในอู่พ่นสีรถยนต์ที่มีห้องพ่นสีมาตรฐานไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) กับความเข้มข้นของแคดเมียมในตัวอย่างบริเวณมือ (swab) ของคนงานในอู่พ่นสีรถยนต์ที่ไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน ดังแสดงไว้ในตารางที่ 27

ความเข้มข้นของโครเมียมในตัวอย่างบริเวณมือ (swab) ของคนงานในอู่พ่นสีรถยนต์ที่มีห้องพ่นสีมาตรฐานมีค่ามากกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับความเข้มข้นของโครเมียมใน

ตัวอย่างบริเวณมือ (swab) ของคนงานในอู่พ่นสีรถยนต์ที่ไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน ดังแสดงไว้ในตารางที่ 27

ผลวิจารณ์ผลการทดลองมีดังนี้

ผลการเปรียบเทียบความเข้มข้นของตะกั่วและโครเมียมในตัวอย่างบริเวณมือ (swab) ของคนงานระหว่างอู่พ่นสีรถยนต์ที่มีห้องพ่นสีมาตรฐานกับไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐานมีความสอดคล้องกับผลการเปรียบเทียบความเข้มข้นของตะกั่วและโครเมียมในตัวอย่างฝุ่นพื้นระหว่างอู่พ่นสีรถยนต์ที่มีห้องพ่นสีมาตรฐานกับไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน กล่าวคือ ความเข้มข้นของตะกั่วและโครเมียมในตัวอย่างบริเวณมือ (swab) ของคนงานในอู่พ่นสีรถยนต์ที่มีห้องพ่นสีมาตรฐานมีค่ามากอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับความเข้มข้นของตะกั่วและโครเมียมในตัวอย่างบริเวณมือ (swab) ของคนงานในอู่พ่นสีรถยนต์ที่ไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่าการมีหรือไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน การมีหรือไม่มีการกำจัดโลหะหนักก่อนที่จะปล่อยอากาศออกจากปล่อง การมีหรือไม่มีระบบระบายอากาศภายในอู่พ่นสีรถยนต์ และการมีหรือไม่มีตู้ดูดไอระเหย (hood) สำหรับให้คนงานผสมสีพ่นสีรถยนต์ อาจเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดการปนเปื้อนของของตะกั่วและโครเมียมในตัวอย่างบริเวณมือ (swab) ของคนงาน ดังจะเห็นได้จากอู่พ่นสีรถยนต์ที่ไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน ไม่มีระบบระบายอากาศ, และไม่มีตู้ดูดไอระเหย (hood) จะมีปริมาณของตะกั่วและโครเมียมในตัวอย่างบริเวณมือ (swab) ของคนงานมากกว่าอู่พ่นสีรถยนต์ที่มีห้องพ่นสีมาตรฐานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ถึงแม้ว่าจะมีจำนวนรถยนต์ที่เข้าใช้บริการพ่นสีรถยนต์ในแต่ละเดือนที่ทำการศึกษาน้อยกว่าก็ตาม นอกจากนี้ จากการเก็บข้อมูลด้วยวิธีการเดินสำรวจ (walk-through survey) พบว่าคนงานในอู่พ่นสีรถยนต์ที่ไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐานมีพฤติกรรมที่ไม่สวมถุงมือในขณะปฏิบัติงาน และมีพฤติกรรมทำให้มือแห้งโดยวิธีเช็ดด้วยกางเกงหรือชุดทำงานที่ใส่หลังจากทำความสะอาดมือ ซึ่งอาจจะเป็นปัจจัยเสริมที่ทำให้มีความเข้มข้นของของตะกั่วและโครเมียมในตัวอย่างบริเวณมือ (swab) เป็นปริมาณสูง นอกจากนี้ยังมีพฤติกรรมเสี่ยงและการขาดความระมัดระวังในการทำงานของคนงานซึ่งทำให้โลหะหนักเกิดการปนเปื้อนที่บริเวณมือ (swab) ของคนงาน กล่าวคือ คนงานไม่ใส่ถุงมือ หรืออุปกรณ์ป้องกันอันตรายจากโลหะหนัก จึงให้มีการปนเปื้อนของสารโลหะหนักบริเวณมือ (swab) ของคนงานเป็นปริมาณมาก ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาพฤติกรรมเสี่ยงที่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพของคนงานในสถานประกอบการพ่นสีรถยนต์ของ บรรหาร ปรุงโพธิ์ (2549) อันได้แก่ การไม่สวมใส่อุปกรณ์ป้องกันภัยและความประมาทในการทำงาน นอกจากนี้ จากการวิเคราะห์ข้อมูลในแบบสอบถามพบว่า คนงานส่วนใหญ่มีพฤติกรรมการสูบบุหรี่ในช่วงพักภายในอู่พ่นสีรถยนต์ และส่วนใหญ่ไม่มีการล้างมือก่อนสูบบุหรี่ ซึ่งในบุหรี่จะมีโลหะหนักผสมอยู่ด้วย (Dube and Green, 1983) จึงทำให้เกิดการปนเปื้อนของโลหะหนักที่บริเวณมือของคนงานได้

ผลการเปรียบเทียบความเข้มข้นของแคดเมียมในตัวอย่างบริเวณมือ (Swab) ของคนงานระหว่างอู่พ่นสีรถยนต์ที่มีห้องพ่นสีมาตรฐานกับไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐานมีความสอดคล้องกับผลการเปรียบเทียบความเข้มข้นของแคดเมียมในตัวอย่างฝุ่นพื้นระหว่างอู่พ่นสีรถยนต์ที่มีห้องพ่นสีมาตรฐานกับไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน กล่าวคือ ความเข้มข้นของแคดเมียมในตัวอย่างบริเวณมือ (swab) ของคนงานในอู่พ่นสีรถยนต์ที่มีห้องพ่นสีมาตรฐานไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) กับความเข้มข้นของแคดเมียมในตัวอย่างบริเวณมือ (swab) ของคนงานในอู่พ่นสีรถยนต์ที่ไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน ซึ่งประเด็นนี้ควรจะมีการศึกษาวิจัยต่อไปในอนาคต เช่น ปัจจัยทางด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมภายในอู่พ่นสีรถยนต์ ชนิดของสี หรือปริมาณของรถที่เข้าใช้บริการ เป็นต้น

4.5 การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถาม

การเก็บข้อมูลจากแบบสอบถามในการศึกษาครั้งนี้ใช้วิธีการเดินสำรวจ (walk-through survey) และการสัมภาษณ์คนงานในอู่พ่นสีรถที่มีห้องพ่นสีมาตรฐานและไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน ซึ่งข้อมูลในแบบสอบถามประกอบไปด้วยข้อมูลทั่วไป ข้อมูลด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมในอู่พ่นสีรถยนต์ และข้อมูลด้านสุขวิทยาส่วนบุคคลของคนงาน

4.5.1 การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถามของอู่พ่นสีรถยนต์ที่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน คณะผู้วิจัยได้ทำการเก็บข้อมูลจากแบบสอบถามโดยใช้วิธีการเดินสำรวจ (walk-through survey) และการสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่างในอู่พ่นสีรถยนต์ที่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน ซึ่งได้แก่ คนงานในแผนกพ่นสีรถยนต์ มีจำนวนทั้งหมด 30 คน

4.5.1.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปจากแบบสอบถามของอู่พ่นสีรถยนต์ที่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน

จากข้อมูลทั่วไปของคนงานในแผนกพ่นสีรถยนต์ (n=30) อันประกอบไปด้วย เพศ อายุ สัญชาติ ศาสนา การศึกษา สถานภาพ อายุการทำงาน และระยะเวลาการพ่นสีต่อวัน ได้แสดงไว้ในตารางที่ 28

ตารางที่ 28 ข้อมูลทั่วไปของคนงานในอู่พ่นสีรถยนต์ที่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน (n=30)

ข้อมูล	รายละเอียด	จำนวน	ร้อยละ
เพศ	ชาย	25	83.55
	หญิง	5	16.67
อายุ	ต่ำกว่า 20 ปี	1	3.33
	20-30 ปี	22	73.33
	31-40 ปี	5	16.67
	41-50 ปี	2	6.67
ศาสนา	พุทธ	26	88.67
	อิสลาม	4	13.33
สัญชาติ	ไทย	30	100.0
การศึกษา	มัธยมศึกษาตอนต้น	7	23.33
	มัธยมศึกษาตอนปลาย/ปวช.	14	46.67
	ปวส.	3	10.00
	ปริญญาตรี	6	20.00
สถานภาพ	โสด	22	73.33
	สมรส	7	23.33
	หย่าร้าง	1	3.33
อายุการทำงาน	น้อยกว่า 1 ปี	7	23.33
	1-5 ปี	18	60.00
	6-10 ปี	3	10.00
	11-15 ปี	1	3.33
	16-20 ปี	1	3.33
ระยะเวลาการพ่นสีต่อวัน	1-5 ชั่วโมง	6	20.00
	6-10 ชั่วโมง	10	33.33
	11-15 ชั่วโมง	12	40.00
	16-20 ชั่วโมง	1	3.33
	ไม่ได้พ่นสี	1	3.33

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของคนงาน (n=30) ในอู่พ่นสีรถยนต์ที่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน สรุปได้ว่า คนงานเป็นเพศชาย ร้อยละ 83.55, เพศหญิง ร้อยละ 16.7, มีอายุระหว่าง 20 - 30 ปี ร้อยละ 73.33, อายุระหว่าง 31 - 40 ปี ร้อยละ 16.67, อายุระหว่าง 41 - 50 ปี ร้อยละ 6.67 และอายุต่ำกว่า 20 ปี ร้อยละ 3.33

ด้านศาสนาและสัญชาติ คนงานนับถือศาสนาพุทธ ร้อยละ 88.67, นับถือศาสนาอิสลาม 13.33 และกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดเป็นสัญชาติไทย คิดเป็นร้อยละ 100

ด้านการศึกษา คนงานจบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย/ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ร้อยละ 46.67, จบระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ร้อยละ 23.33, จบปริญญาตรี ร้อยละ 20.00 และจบการศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ร้อยละ 10

ด้านสถานภาพ คนงานมีสถานภาพโสด ร้อยละ 73.33, สถานะภาพสมรส ร้อยละ 23.33 และหย่าร้างกัน ร้อยละ 3.33

ด้านอายุการทำงาน คนงานมีอายุการทำงานระหว่าง 1-5 ปี ร้อยละ 60, อายุการทำงานน้อยกว่า 1 ปี ร้อยละ 23.33, อายุการทำงานระหว่าง 6 - 10 ปี ร้อยละ 10.00, อายุการทำงาน 11 - 15 ปี ร้อยละ 3.33 และอายุการทำงาน 16 - 20 ปี

ด้านระยะเวลาการพ่นสีต่อวัน คนงานมีระยะเวลาการทำงานต่อวันเฉลี่ย 11 - 15 ชั่วโมงต่อวัน ร้อยละ 40.00,ระยะเวลาการทำงานต่อวันเฉลี่ย 6 - 10 ชั่วโมงต่อวัน ร้อยละ 20.00ระยะเวลาการทำงานต่อวันเฉลี่ย 1 -5 ชั่วโมงต่อวัน และ16 - 20 ชั่วโมงต่อวัน ร้อยละ 20.00 ส่วนกลุ่มตัวอย่างไม่ได้พ่นสี คิดเป็นร้อยละ 3.33 ดังแสดงไว้ในตารางที่ 28

4.5.1.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมในการทำงานจากแบบสอบถามของอู่พ่นสีรถยนต์ที่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน ได้แสดงไว้ในตารางที่ 29

ตารางที่ 29 ข้อมูลด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมในการทำงานของอู่พ่นสีรถยนต์ที่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน

ข้อมูล	รายละเอียด
แสงสว่าง	มีเพียงพอสำหรับการทำงาน
ห้องพ่นสีรถยนต์	มีห้องพ่นสีมาตรฐานและมีอุปกรณ์กำจัดโลหะหนักก่อนที่จะปล่อยอากาศออกจากปล่องโดยเฉพาะ
ตู้ดูดไอระเหย (hood)	มีตู้ดูดไอระเหย (hood) สำหรับให้คนงานผสมสีพ่นรถยนต์ เพื่อป้องกันมิให้ไอระเหยของโลหะหนักฟุ้งกระจายไปทั่วบริเวณอู่พ่นสีรถยนต์
อุปกรณ์ป้องกันอันตราย	มี
ส่วนบุคคล	- แบบป้องกันตา - แบบป้องกันอันตรายจากการหายใจ - แบบป้องกันผิวหนัง
ระบบระบายอากาศ	มี - ระบบระบายอากาศเฉพาะที่ซึ่งอยู่ในห้องอบ-พ่นสี - ระบบระบายอากาศทั่วไปซึ่งอยู่ในบริเวณทั่วไป
ถังดับเพลิงจำนวน 8 ถัง	มีถังดับเพลิงเพียงพอหากเกิดอัคคีภัย และมีการตรวจเช็คสภาพทุกๆ 2 เดือน
ถังขยะ จำนวน 3 ที่	มีถังขยะสภาพที่ดีมีฝาปิด และมีพนักงานทำความสะอาดนำขยะไปทิ้งทุกวัน
ห้องเปลี่ยนเสื้อผ้า	ไม่มี
ห้องเก็บของส่วนตัว	ไม่มี แต่มีเป็นล็อคเกอร์เก็บของ
ห้องน้ำ จำนวน 2 ห้อง	มีห้องน้ำที่มีลักษณะที่ดีและสะอาด เพื่อให้คนงานอาบน้ำหลังปฏิบัติงานเสร็จ
ห้องส้วม จำนวน 2 ห้อง	มีห้องส้วมที่มีลักษณะที่ดี สะอาดและมีกระดาษชำระภายในห้องส้วม
อ่างล้างมือ จำนวน 1 จุด	มีอ่างล้างมือบริเวณพักของคนงาน แต่ไม่มีสบู่
ผ้าเช็ดมือ	ไม่มีผ้าเช็ดมือสำหรับคนงานแต่มีกระดาษชำระตั้งไว้ให้
การทำความสะอาดบริเวณทำงาน	คนงานทำความสะอาดบริเวณทำงานสัปดาห์ละ 2 - 3 ครั้ง
อุปกรณ์ปฐมพยาบาล	มีอุปกรณ์ในการปฐมพยาบาลเบื้องต้นเพียงพอและยายังไม่หมดอายุ
การฝึกอบรม	อู่พ่นสีรถยนต์มีการฝึกอบรมคนงาน 1 ครั้งต่อปี
การตรวจสุขภาพ	อู่พ่นสีรถยนต์มีการตรวจสุขภาพคนงานประจำปี

4.5.1.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้านสุขวิทยาส่วนบุคคลของคนงานจากแบบสอบถามของอู่พ่นสีรถยนต์ที่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน

การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถามพบว่าร้อยละ 73.33 ของคนงาน (n=30) ในอู่พ่นสีรถยนต์ที่มีห้องพ่นสีมาตรฐานทำความสะอาดมือก่อนรับประทานอาหารทุกครั้ง โดยมีใช้น้ำประปาทำความสะอาดมือร้อยละ 70 ส่วนคนงานที่ทำความสะอาดมือด้วยน้ำเปล่าและสบู่ แล้วทำให้มือแห้งโดยเช็ดด้วยกระดาษอเนกประสงค์ คิดเป็นร้อยละ 73.33

คนงานทั้งหมด (ร้อยละ 100) ใช้ช้อนในการรับประทานอาหาร มีพฤติกรรมสูบบุหรี่ร้อยละ 73.33 และมีการสูบบุหรี่ในที่ทำงานเป็นประจำ ร้อยละ 63.33 สำหรับคนงานที่สูบบุหรี่และไม่ล้างมือก่อนสูบบุหรี่ คิดเป็นร้อยละ 33.33 ไม่ได้ใส่หมวกคลุมผมในขณะที่พ่นสีรถยนต์ ร้อยละ 73.33 แต่มีการสวมใส่หน้ากากป้องกันฝุ่นโดยใส่บ้างไม่ใส่บ้าง ร้อยละ 56.67 ซึ่งร้อยละ 73.33 ของหน้ากากกันฝุ่นที่คนงานใส่มีระยะการใช้งาน ไม่เกิน 1 เดือน

คนงานสวมรองเท้าทำงานเฉพาะเป็นประจำ คิดเป็นร้อยละ 86.67 และหลังจากเลิกงานแล้ว คนงานได้อาบน้ำทันเมื่อกลับถึงบ้าน ร้อยละ 56.67 โดยร้อยละ 66.67 ได้ทั้งอาบน้ำและสระผมหลังเลิกงานทุกครั้ง ด้านเครื่องแต่งกาย คนงานมีชุดทำงานที่บริษัทจัดเตรียมไว้ให้คิดเป็นร้อยละ 90 ซึ่งหลังจากเลิกงานคนงานได้ใส่ชุดทำงานกลับบ้าน ร้อยละ 86.67 และการซักเสื้อผ้าชุดทำงานของคนงานได้มีการซักแยกกับคนในครอบครัว ร้อยละ 60 สำหรับเสื้อผ้าที่คนงานใส่มาทำงานคนงานจะใส่เพียงหนึ่งวันแล้วซัก ร้อยละ 66.67 ด้านการบริโภคแอลกอฮอล์ พบว่าคนงานมีนิสัยดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ ร้อยละ 83.33 โดยดื่มเป็นประจำ ร้อยละ 60 ส่วนแหล่งน้ำที่คนงานใช้ดื่มนั้นเป็นน้ำในถังที่บริษัทจัดเตรียมไว้ให้ ร้อยละ 53.33 คนงานส่วนใหญ่ คือร้อยละ 70 ไม่มีโรคประจำตัวและร้อยละ 56.67 ไม่ได้ตรวจโรคก่อนเข้าทำงาน ดังแสดงไว้ในตารางที่ 30

ตารางที่ 30 ข้อมูลด้านสุขวิทยาส่วนบุคคลของคนงานในอู่พ่นสีรถยนต์ที่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน (n=30)

ข้อมูล	พฤติกรรม	จำนวน (คน)	ร้อยละ
1. ทำความสะอาดมือก่อนรับประทานอาหารหรือไม่	บางเวลา	8	26.67
	ประจำ	22	73.33
2. แหล่งน้ำที่ใช้ทำความสะอาดมือ	น้ำบ่อตื้น	1	3.33
	น้ำบ่อบาดาล	8	26.67
	น้ำประปา	21	70.00
3. ทำความสะอาดมือด้วย	น้ำเปล่าอย่างเดียว	7	23.33
	น้ำเปล่า และสบู่	15	50.00
	บางครั้งใช้น้ำเปล่าอย่างเดียว แต่บางครั้งใช้น้ำเปล่ากับสบู่	8	26.67
4. ทำให้มือแห้งด้วยวิธี	เช็ดด้วยกางเกงหรือชุดทำงานที่ใส่	4	13.33
	เช็ดด้วยผ้าหนูที่บริษัทเตรียมไว้ให้	3	10.00
	เช็ดด้วยกระดาษอเนกประสงค์	22	73.33
	เช็คด้วยผ้าส่วนตัว	1	3.33
5. อุปกรณ์ที่ใช้เวลารับประทานอาหาร	ช้อน	30	100.00
6. คุณสูบบุหรี่หรือไม่	ไม่สูบ	8	26.67
	สูบ	22	73.33

ตารางที่ 30 ข้อมูลด้านสุขวิทยาส่วนบุคคลของคนงานในอู่พ่นสีรถยนต์ที่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน (n=30) (ต่อ)

ข้อมูล	พฤติกรรม	จำนวน (คน)	ร้อยละ
7. ท่านเคยสูบบุหรี่ในที่ทำงานหรือไม่	ไม่สูบ	8	26.67
	สูบบ้างเป็นบางครั้ง	3	10.00
	สูบเป็นประจำ	19	63.33
8. ท่านล้างมือก่อนสูบบุหรี่หรือไม่	ไม่ล้าง	10	33.33
	ล้างด้วยน้ำเปล่าอย่างเดียว	2	6.67
	ล้างด้วยน้ำเปล่า และสบู่	5	16.67
	ล้างเป็นบางครั้ง	5	16.67
	ไม่สูบ	8	26.67
9. ท่านใช้หมวกคลุมผมขณะทำงานหรือไม่	ใส่ตลอด	5	16.67
	ใส่บ้างเป็นบางครั้ง	3	10.00
	ไม่ได้ใส่เวลาทำงาน	22	73.33
10. ท่านถอดหมวกคลุมผมก่อนรับประทานอาหารหรือไม่	ถอด	8	26.67
	ไม่ได้ใส่เวลาทำงาน	22	73.33
11. ท่านสวมใส่หน้ากากป้องกันฝุ่นหรือไม่	ไม่เคยใส่	3	10.00
	ใส่บ้างไม่ใส่บ้าง	17	56.67
	ใส่เป็นประจำ	10	33.33

ตารางที่ 30 ข้อมูลด้านสุขวิทยาส่วนบุคคลของคนงานในอู่พ่นสีรถยนต์ที่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน (n=30) (ต่อ)

ข้อมูล	พฤติกรรม	จำนวน (คน)	ร้อยละ
12. หน้ากากป้องกันฝุ่นที่ท่านใส่ มีระยะการใช้งานนานเท่าไหร่	ไม่เกิน 1 เดือน	22	73.33
	มากกว่า 1 เดือน	1	3.33
	มากกว่า 3 เดือน	2	6.67
	เปลี่ยนทุกวัน	5	16.67
13. ปกติคุณสวมรองเท้าทำงานเฉพาะหรือไม่	ประจำ	26	86.67
	บางครั้ง	1	3.33
	ไม่เคย	3	10.00
14. ท่านอาบน้ำหลังเลิกงานหรือไม่	อาบน้ำทันทีเมื่อถึงบ้าน	17	56.67
	พักภายในบ้านก่อนแล้วจึงค่อยอาบน้ำ	7	23.33
	พักนอกบ้านก่อนแล้วจึงอาบน้ำ	6	20.00
15. ท่านสระผมหลังเลิกงานทุกหรือไม่	สระผมทุกครั้ง	20	66.67
	สระบ้างไม่สระบ้าง	9	30.00
	ไม่สระ	1	3.33
16. ท่านมีชุดทำงานที่บริษัทจัดไว้ให้หรือไม่	มี	27	90.00
	ไม่มี	3	10.00
17. หลังเลิกงานท่านใส่เสื้อผ้าชุดทำงานกลับบ้านหรือไม่	ไม่ใส่	4	13.33
	ใส่	26	86.67

ตารางที่ 30 ข้อมูลด้านสุขวิทยาส่วนบุคคลของคนงานในอู่พ่นสีรถยนต์ที่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน (n=30) (ต่อ)

ข้อมูล	พฤติกรรม	จำนวน (คน)	ร้อยละ
18. ท่านซักเสื้อผ้าชุดทำงานรวมกับเสื้อผ้าอื่นหรือไม่	ซักแยกกัน	18	60.00
	ซักรวมกับผู้อื่น	12	40.00
19. เสื้อผ้าที่ท่านใส่มาทำงาน ท่านใส่กี่วันถึงจะซัก	หนึ่งวัน	20	66.67
	สองวันหรือมากกว่า	9	30.00
	ไม่แน่นอน	1	3.33
20. คุณดื่มแอลกอฮอล์หรือไม่	ดื่ม	25	83.33
	ไม่ดื่ม	5	16.67
21. คุณดื่มแอลกอฮอล์บ่อยแค่ไหน	บางเวลา	7	23.33
	ประจำ	18	60.00
	ไม่ดื่ม	5	16.67
22. แหล่งน้ำที่ใช้ในการดื่มกิน	น้ำประปา	1	3.33
	น้ำในถัง	16	53.33
	น้ำจากเครื่องกรอง	13	43.33
23. ท่านมีโรคประจำตัวหรือไม่	ไม่มี	21	70.00
	มี	9	30.00
24. ท่านตรวจสุขภาพก่อนเข้าทำงานหรือไม่	ไม่ได้ตรวจ	17	56.67
	ตรวจ	13	43.33

วิจารณ์ผลการทดลองมีดังนี้

จากการวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปและข้อมูลด้านสุขวิทยาส่วนบุคคลของคนงานจากแบบสอบถามพบว่า คนงานในอู่พ่นสีรถยนต์ที่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน ส่วนใหญ่เป็นเพศชาย (ร้อยละ 83.55) และเป็นวัยแรงงาน คือ มีอายุเฉลี่ย 20 - 30 ปี (ร้อยละ 73.33) คนงานมีพฤติกรรมสูบบุหรี่ (ร้อยละ 73.33) ไม่ล้างมือก่อนสูบบุหรี่ (ร้อยละ 33.33) และมีพฤติกรรมเคยสูบบุหรี่ในที่ทำงานเป็นประจำ (ร้อยละ 63.33) ซึ่งพฤติกรรมเหล่านี้ทำให้คนงานมีความเสี่ยงต่อการได้รับสารตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียมทั้งที่เกิดจากกระบวนการพ่นสีรถยนต์และที่ผสมอยู่ในบุหรี่ (Dube and Green, 1983) นอกจากนี้ ครอบครัวของคนงานในอู่พ่นสีรถยนต์อาจจะมีความเสี่ยงในการได้รับโลหะหนักดังกล่าวด้วย เช่น จากพฤติกรรมใส่ชุดทำงานกลับบ้าน (ร้อยละ 86.67) หรือพฤติกรรมการซักเสื้อผ้ารวมกับคนในบ้าน (ร้อยละ 40) ซึ่งอาจทำให้คนในครอบครัวรวมถึงเด็กเล็กอาจจะได้รับสารตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียมเข้าสู่ร่างกายได้ จากการศึกษาของณัฏฐนันท์ ยอดวงศ์ (2554) พบว่าเพศชายมีโอกาสเสี่ยงที่จะได้รับบาดเจ็บจากการทำงานมากกว่าเพศหญิงเป็น 4 เท่า และยังพบอีกว่าการบาดเจ็บหรืออุบัติเหตุในสถานประกอบการพ่นสีรถยนต์นั้นเกิดขึ้นมากที่สุดในเพศชายช่วงอายุ 24 - 35 ปี การศึกษาสาเหตุของการเสียชีวิตของคนงานในประเทศไต้หวัน พบว่า การไม่มีความรู้หรือไม่มีประสบการณ์ในการทำงานเป็นสาเหตุหนึ่งของการเสียชีวิต (Chi *et al*., 2004)

ส่วนผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมในอู่พ่นสีรถยนต์ที่มีห้องพ่นสีมาตรฐานพบว่า อู่แห่งนี้มีการจัดการสิ่งแวดล้อมที่ดี เช่น มีอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลที่เหมาะสม มีระบบระบายอากาศที่มีมาตรฐานและเหมาะต่อการปฏิบัติ ทำให้คนงานในอู่พ่นสีรถยนต์ปฏิบัติหน้าที่ด้วยความปลอดภัย ไม่มีความเสี่ยงต่อการได้รับตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียมเข้าสู่ร่างกาย ซึ่งการมีอุปกรณ์ป้องกันความปลอดภัย หรือการจัดสถานที่ที่เหมาะสมเอื้อต่อการทำงาน มีการจัดระบบ ระเบียบ และแผนผังการปฏิบัติงานของคนงาน เช่น กิจกรรม 5ส ซึ่งเป็นกระบวนการหนึ่งที่เป็นระบบและมีแนวปฏิบัติที่สามารถนำมาใช้เพื่อปรับปรุงแก้ไขในด้านระบบงานและด้านสิ่งแวดล้อมในสถานที่ทำงานให้ดีขึ้นได้ โดยสามารถนำกิจกรรม 5ส นี้มาใช้ในส่วนงานด้านการผลิต ด้านการบริการ การเพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน และการลดความเสี่ยงจากการทำงานได้ (นันทวรรณ วิจิตรวาทการ, 2552)

ตารางที่ 31 ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อความเข้มข้นของตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียม ในตัวอย่างบริเวณมือ (swab) ของคนงานของอู่พ่นสีรถยนต์ที่ได้รับมาตรฐาน

ปัจจัย	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r)
1. คนงานมีพฤติกรรมสูบบุหรี่ในที่ทำงาน	0.03
2. คนงานใส่ชุดทำงานกลับบ้านหลังเลิกงาน	0.01
3. คนงานมีพฤติกรรมไม่ล้างมือก่อนสูบบุหรี่	0.04
4. คนงานมีพฤติกรรมเคยสูบบุหรี่ในที่ทำงานเป็นประจำ	0.03
5. คนงานมีพฤติกรรมการซักเสื้อผ้ารวมกับคนในบ้าน	0.04

หมายเหตุ: ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

จากตาราที่ 31 เมื่อวิเคราะห์ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อความเข้มข้นของตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียม ในตัวอย่างบริเวณมือ (swab) ของคนงานของอู่พ่นสีรถยนต์ที่ได้รับมาตรฐาน พบว่า ปัจจัยคนงานมีพฤติกรรมสูบบุหรี่ในที่ทำงาน คนงานใช่ชุดทำงานกลับบ้านหลังเลิกงาน คนงานมีพฤติกรรมไม่ล้างมือก่อนสูบบุหรี่ คนงานมีพฤติกรรมเคยสูบบุหรี่ในที่ทำงานเป็นประจำ และคนงานมีพฤติกรรมการซักเสื้อผ้ารวมกับคนในบ้าน ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

4.5.2 การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถามของอู่พ่นสีรถยนต์ที่ไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน

คณะผู้วิจัยได้ทำการเก็บข้อมูลจากแบบสอบถามโดยใช้วิธีการเดินสำรวจ (walk-through survey) และการสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่างในอู่พ่นสีรถยนต์ที่ไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน ซึ่งได้แก่ คนงานในแผนกพ่นสีรถยนต์ มีจำนวนทั้งหมด 3 คน

4.5.2.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปจากแบบสอบถามของอู่พ่นสีรถยนต์ที่ไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน ข้อมูลทั่วไปของคนงานในแผนกพ่นสีรถยนต์ (n=3) อันประกอบไปด้วย เพศ อายุ สัญชาติ ศาสนา การศึกษา สถานภาพ อายุการทำงาน และระยะเวลาการพ่นสีต่อวัน ดังแสดงไว้ในตารางที่ 32

ตารางที่ 32 ข้อมูลทั่วไปของคนงานในอู่พ่นสีรถยนต์ที่ไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน (n=3)

ข้อมูล	รายละเอียด	จำนวน	ร้อยละ
เพศ	ชาย	3	100.0
อายุ	20-30 ปี	1	33.3
	31-40 ปี	1	33.3
	41-50 ปี	1	33.3
ศาสนา	พุทธ	3	100.0
สัญชาติ	ไทย	3	100.0
การศึกษา	มัธยมศึกษาตอนต้น	1	33.3
	มัธยมศึกษาตอนปลาย/ปวช.	1	33.3
	ปวส.	1	33.3
สถานภาพ	โสด	1	33.3
	สมรส	2	66.7
อายุการทำงาน	1-5 ปี	1	33.3
	6-10 ปี	1	33.3
	21-30 ปี	1	33.3
ระยะเวลาการพ่นสีต่อวัน	1-5 ชั่วโมง	2	66.7
	6-10 ชั่วโมง	1	33.3

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของคนงาน (n=3) ในอู่พ่นสีรถยนต์ที่ไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน สรุปได้ว่า คนงานเป็นเพศชายทั้งหมดคิดเป็นร้อยละ 100 โดยมีอายุระหว่าง 20-30 ปี 1 คน (ร้อยละ 33.33), อายุระหว่าง 31-40 ปี 1 คน (ร้อยละ 33.33), และอายุระหว่าง 41 - 50 ปี 1 คน (ร้อยละ 33.33)

ด้านศาสนาและสัญชาติ คนงานทั้งหมด (ร้อยละ 100) นับถือศาสนาพุทธและมีสัญชาติไทย

ด้านการศึกษา คนงานจบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ร้อยละ 33.3, ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย/ปวช. ร้อยละ 33.3 และการศึกษาระดับ ปวส.ร้อยละ 33.3

ด้านสถานภาพ คนงานมีสถานภาพสมรส ร้อยละ 66.7 และมีสถานะภาพโสด ร้อยละ 33.3

ด้านอายุการทำงาน คนงานมีอายุการทำงานระหว่าง 1-5 ปี ร้อยละ 33 อายุการทำงานระหว่าง 6 - 10 ปี ร้อยละ 33.3 และอายุการทำงาน 21 - 30 ปี ร้อยละ 33.3

ด้านระยะเวลาการพ่นสีต่อวัน คนงานมีระยะเวลาการทำงานต่อวันเฉลี่ย 1 - 5 ชั่วโมงต่อวัน ร้อยละ 66.7 และระยะเวลาการทำงานต่อวันเฉลี่ย 6 – 10 ชั่วโมงต่อวัน ร้อยละ 33.3 ดังแสดงไว้ในตารางที่ 32

4.5.2.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมในการทำงานจากแบบสอบถามของอู่พ่นสีรถยนต์ที่ไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน ได้แสดงไว้ในตารางที่ 33

ตารางที่ 33 ข้อมูลด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมในการทำงานของอู่พ่นสีรถยนต์ที่ไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน

ข้อมูล	รายละเอียด
แสงสว่าง	มีเพียงพอสำหรับการทำงาน
ห้องพ่นสีรถยนต์	ไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐานและไม่มีอุปกรณ์กำจัดโลหะหนักก่อนที่จะปล่อยอากาศออกจากปล่องโดยเฉพาะ
ตู้ดูดไอระเหย (hood)	ไม่มีตู้ดูดไอระเหย (hood) สำหรับให้คนงานผสมสีพ่นรถยนต์ ทำให้ไอระเหยของโลหะหนักฟุ้งกระจายไปทั่วบริเวณอู่พ่นสีรถยนต์
อุปกรณ์ป้องกันอันตราย	มี - แบบป้องกันตา - แบบป้องกันอันตรายจากการหายใจ - ไม่มีแบบป้องกันผิวหนัง
ระบบระบายอากาศ	ไม่มีระบบระบายอากาศ
ถังดับเพลิงจำนวน 1 ถัง	มีถังดับเพลิงไม่เพียงพอหากเกิดอัคคีภัย และไม่มีการตรวจเช็คสภาพ
ถังขยะ จำนวน 1 ที่	มีถังขยะสภาพที่ไม่ดี คือไม่มีฝาปิด และจะมีการนำขยะไปทิ้งจนกว่าขยะจะเต็มถุง
ห้องเปลี่ยนเสื้อผ้า.....ห้อง	ไม่มี
ห้องเก็บของส่วนตัว.....ห้อง	ไม่มี
ห้องน้ำ-ห้องส้วม จำนวน 1 ห้อง	มีห้องน้ำและห้องส้วม เป็นห้องเดียวกัน ซึ่งมีลักษณะพอใช้ สะอาด มีสบู่ภายในห้องน้ำ แต่ไม่มีผ้าเช็ดมือและกระดาษชำระ
อ่างล้างมือ จำนวน 1 จุด	ไม่มีอ่างล้างมือ แต่ถ้าหากคนงานจะล้างมือจะเปิดก๊อกน้ำบริเวณอู่พ่นสีแล้วล้างมือ
ผ้าเช็ดมือ	ไม่มีผ้าเช็ดมือสำหรับคนงาน
การทำความสะอาดบริเวณทำงาน	คนงานทำความสะอาดบริเวณทำงานสัปดาห์ละ 1 ครั้ง
อุปกรณ์ปฐมพยาบาล	มีตู้ใส่อุปกรณ์ในการปฐมพยาบาลแต่มียาไม่เพียงพอ และอุปกรณ์ปฐมพยาบาลบางอย่างหมดอายุ
การฝึกอบรม	ไม่มีการฝึกอบรมคนงาน
การตรวจสุขภาพ	มีการตรวจสุขภาพคนงานประจำปี

4.5.2.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้านสุขวิทยาส่วนบุคคลของคนงานจากแบบสอบถามของอู่พ่นสีรถยนต์ที่ไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน

การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถามพบว่า ร้อยละ 100 ของคนงาน (n=3) ในอู่พ่นสีรถยนต์ที่ไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐานใช้น้ำประปาและสบู่ทำความสะอาดมือก่อนรับประทานอาหารทุกครั้ง แต่มีการทำให้มือแห้งโดยการเช็ดด้วยกระดาษอเนกประสงค์เพียงร้อยละ 66.7

คนงานทั้งหมด (ร้อยละ 100) ใช้ช้อนในการรับประทานอาหารมีพฤติกรรมสูบบุหรี่ สูบบุหรี่ในที่ทำงานเป็นประจำ และไม่ล้างมือก่อนสูบบุหรี่ ร้อยละ 66.7 คนงานทั้งหมด (ร้อยละ 100) ไม่ใส่หมวกคลุมผมในขณะที่พ่นสีรถยนต์ แต่ร้อยละ 66.7 สวมใส่หน้ากากป้องกันฝุ่นเป็นประจำและมีการเปลี่ยนหน้ากากป้องกันฝุ่นทุกวัน

ร้อยละ 100 ของคนงานสวมรองเท้าทำงานเฉพาะเป็นประจำ และได้อาบน้ำทันทีเมื่อกลับถึงบ้านหลังเลิกงานร้อยละ 33.3 คนงานทั้งหมดคิดเป็นร้อยละ 100 ได้มีการอาบน้ำและสระผมหลังเลิกงานทุกครั้ง ด้านเครื่องแต่งกาย ร้อยละ 100 ของคนงานไม่มีชุดทำงานที่บริษัทจัดไว้ให้ และร้อยละ 66.7 ใส่เสื้อผ้าชุดทำงานกลับบ้านหลังจากเลิกงาน สำหรับเสื้อผ้าที่ใส่มาทำงาน พบว่าคนงานทั้งหมด (ร้อยละ 100) จะใส่เพียงหนึ่งวันแล้วซักโดยได้แยกซักกับคนในครอบครัว ด้านการบริโภคแอลกอฮอล์ พบว่าคนงานมีพฤติกรรมดื่มเครื่องดื่มแอลกอฮอล์เป็นบางเวลา ร้อยละ 66.7 ส่วนแหล่งน้ำที่คนงานใช้ดื่ม ร้อยละ 100 เป็นน้ำถังที่จัดไว้ในอู่พ่นสีรถยนต์ คนงานทั้งหมด (ร้อยละ 100) ไม่มีโรคประจำตัวและไม่ได้ตรวจโรคก่อนเข้าทำงาน ดังแสดงไว้ในตารางที่ 34

ตารางที่ 34 ข้อมูลด้านสุขวิทยาส่วนบุคคลของคนงานในอู่พ่นสีรถยนต์ที่ไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน (n=3)

ข้อมูล	พฤติกรรม	จำนวน (คน)	ร้อยละ
1. ทำความสะอาดมือก่อนรับประทานอาหารหรือไม่	ประจำ	3	100.00
2. แหล่งน้ำที่ใช้ทำความสะอาดมือ	น้ำประปา	3	100.00
3. ทำความสะอาดมือด้วย	น้ำเปล่า และสบู่	3	100.00
4. ทำให้มือแห้งด้วยวิธี	เช็ดด้วยกางเกงหรือชุดทำงานที่ใส่	1	3.33
	เช็ดด้วยกระดาษอเนกประสงค์	2	66.7
5. อุปกรณ์ที่ใช้เวลารับประทานอาหาร	ช้อน	3	100.00
6. คุณสูบบุหรี่หรือไม่	ไม่สูบบุหรี่	1	33.3
	สูบ	2	66.7
7. ท่านเคยสูบบุหรี่ในที่ทำงานหรือไม่	ไม่สูบบุหรี่	1	33.3
	สูบเป็นประจำ	2	66.7
8. ท่านล้างมือก่อนสูบบุหรี่หรือไม่	ไม่ล้าง	2	66.7
	ไม่สูบบุหรี่	1	33.3
9. ท่านใช้หมวกคลุมผมขณะทำงานหรือไม่	ไม่ได้ใช้	3	100.00
10. ท่านถอดหมวกคลุมผมก่อนรับประทานอาหารหรือไม่	ไม่ได้ใส่เวลาทำงาน	3	100.00
11. ท่านสวมใส่หน้ากากป้องกันฝุ่นหรือไม่	ใส่บ้างเป็นบางครั้ง	1	33.3
	ใส่เป็นประจำ	2	66.7
12. หน้ากากป้องกันฝุ่นที่ท่านใส่ มีระยะการใช้งานนานเท่าไหร่	ไม่เกิน 1 เดือน	1	33.33
	เปลี่ยนทุกวัน	2	66.7

ตารางที่ 34 ข้อมูลด้านสุขวิทยาส่วนบุคคลของคนงานในอู่พ่นสีรถยนต์ที่ไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน (n=3) (ต่อ)

ข้อมูล	พฤติกรรม	จำนวน (คน)	ร้อยละ
13. ปกติคุณสวมรองเท้าทำงานเฉพาะหรือไม่	ประจำ	3	100.00
14. ท่านอาบน้ำหลังเลิกงานหรือไม่	อาบน้ำทันทีเมื่อถึงบ้าน	1	33.3
	พักภายในบ้านก่อนแล้วจึงค่อยอาบน้ำ	2	66.7
15. ท่านสระผมหลังเลิกงานทุกหรือไม่	สระผมทุกครั้ง	3	100.00
16. ท่านมีชุดทำงานที่บริษัทจัดไว้ให้หรือไม่	ไม่มี	3	100.00
17. หลังเลิกงานท่านใส่เสื้อผ้าชุดทำงานกลับบ้านหรือไม่	ไม่ใส่	1	33.33
	ใส่	2	66.7
18. ท่านซักเสื้อผ้าชุดทำงานรวมกับเสื้อผ้าอื่นหรือไม่	ซักแยกกัน	3	100.00
19. เสื้อผ้าที่ท่านใส่มาทำงาน ท่านใส่กี่วันถึงจะซัก	หนึ่งวัน	3	100.00
20. คุณดื่มแอลกอฮอล์หรือไม่	ดื่ม	2	66.7
	ไม่ดื่ม	1	33.33
21. คุณดื่มแอลกอฮอล์บ่อยแค่ไหน	บางเวลา	2	66.7
	ไม่ดื่ม	1	33.33
22. แหล่งน้ำที่ใช้ในการดื่มกิน	น้ำในถัง	3	100.00
23. ท่านมีโรคประจำตัวหรือไม่	ไม่มี	3	100.00
24. ท่านตรวจสุขภาพก่อนเข้าทำงานหรือไม่	ไม่มี	3	100.00

วิจารณ์ผลการทดลองมีดังนี้

จากการวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปและข้อมูลด้านสุขวิทยาส่วนบุคคลของคนงานในอู่พ่นสีรถยนต์ที่ไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน พบว่าคนงาน 3 คน เป็นเพศชายทั้งหมด (ร้อยละ 100) มีอายุระหว่าง 20 - 50 ปี และมีอายุการทำงานที่แตกต่างกันไป กล่าวคือ คนงานที่มีอายุระหว่าง 20 - 30 ปี มีอายุการทำงานระหว่าง 1 - 5 ปี, คนงานที่มีอายุระหว่าง 31 - 40 ปี มีอายุการทำงาน 6 - 10 ปี และคนงานที่มีอายุระหว่าง 41 - 50 ปี มีอายุการทำงานระหว่าง 21 - 30 ปี โดยร้อยละ 33.3 ของคนงานใช้เวลาในการพ่นสีรถยนต์เฉลี่ยวันละ 1 - 5 ชั่วโมง คนงานมีพฤติกรรมเสี่ยงต่อการได้รับสารตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียม เช่น มีพฤติกรรมสูบบุหรี่ในที่ทำงาน (ร้อยละ 66.7), สูบบุหรี่เป็นประจำในอู่พ่นสีรถยนต์ (ร้อยละ 66.7) พฤติกรรมทำให้มือแห้งโดยวิธีเช็ดด้วยกางเกงหรือชุดทำงานที่ใส่หลังจากทำความสะอาดมือ (ร้อยละ 33.3) นอกจากนี้ คนงานต้องใส่ชุดส่วนตัวมาทำงานเนื่องจากไม่มีชุดทำงานของบริษัท (ร้อยละ 100) ใส่ชุดทำงานกลับบ้านหลังเลิกงาน (ร้อยละ 66.7) และอาบน้ำที่บ้านหลังพักจากการทำงาน ซึ่งพฤติกรรมเหล่านี้อาจทำให้เกิดความเสี่ยงที่จะนำตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียมจากการทำงานไปสู่บุคคลภายในครอบครัวได้ ดังจะเห็นได้จากการศึกษาของ แสงโฉม ศิริพาณิช และพรรณนภา เหมือนผึ้ง (2552) ซึ่งพบว่า การได้รับสารตะกั่วในเด็กอายุต่ำกว่า 15 ปี มีแนวโน้มสูงขึ้น เนื่องจากการได้รับสัมผัสจากสิ่งแวดล้อมที่พักอาศัย หรือจากการทำงานของบิดามารดาที่รับงานมาทำที่บ้าน เช่น การทาสี งานเซรามิค และการติดตามบิดา มารดาไปทำงานรับจ้างในโรงงานที่เกี่ยวข้องกับสารตะกั่ว

ส่วนผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมในอู่พ่นสีรถยนต์ที่ไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน พบว่า ส่วนใหญ่อู่แห่งนี้มีการจัดการสิ่งแวดล้อมที่ไม่ค่อยดีนัก เนื่องจากเป็นอู่พ่นสีในท้องถิ่นซึ่งมีต้นทุนในการจัดการน้อย เช่น ยังขาดอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล ไม่มีระบบระบายอากาศที่มีมาตรฐาน และไม่ห้องผสมสีที่มีตู้ดูดไอระเหย (hood) จึงไม่เหมาะต่อการปฏิบัติงาน ทำให้คนงานในอู่พ่นสีนี้มีความเสี่ยงต่อการได้รับสารตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียมเข้าสู่ร่างกาย ซึ่งการมีอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล หรือการจัดสถานที่ให้เหมาะสมเอื้อต่อการทำงาน มีการจัดระบบ ระเบียบ และแผนผังการปฏิบัติงานของคนงาน ดังเช่น กิจกรรม 5ส ซึ่งเป็นกระบวนการหนึ่งที่เป็นระบบและมีแนวปฏิบัติที่สามารถนำมาใช้เพื่อปรับปรุงแก้ไขด้านสิ่งแวดล้อมและระบบงานในสถานที่ทำงานให้ดีขึ้นได้ โดยสามารถนำกิจกรรม 5ส นี้มาใช้ในด้านการผลิต ด้านการบริการ การเพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน และการลดความเสี่ยงจากการทำงานได้ (นันทวรรณ วิจิตรวาทการ, 2552)

ตารางที่ 35 ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อความเข้มข้นของตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียม ในตัวอย่างบริเวณมือ (swab) ของคนงานของอู่พ่นสีรถยนต์ที่ไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน

ปัจจัย	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r)
1. คนงานมีพฤติกรรมสูบบุหรี่	0.01
2. คนงานมีพฤติกรรมสูบบุหรี่ในที่ทำงานเป็นประจำ	0.01
3. คนงานมีพฤติกรรมไม่ล้างมือก่อนสูบบุหรี่	0.01
4. คนงานใส่ชุดทำงานกลับบ้านหลังเลิกงาน	0.02

หมายเหตุ: ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

จากตาราที่ 31 เมื่อวิเคราะห์ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อความเข้มข้นของตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียม ในตัวอย่างบริเวณมือ (swab) ของคนงานของอู่พ่นสีรถยนต์ที่ไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน พบว่า ปัจจัยคนงานมีพฤติกรรมสูบบุหรี่ คนงานมีพฤติกรรมสูบบุหรี่ในที่ทำงานเป็นประจำ คนงานมีพฤติกรรมไม่ล้างมือก่อนสูบบุหรี่ และคนงานใส่ชุดทำงานกลับบ้านหลังเลิกงาน ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

บทที่ 5
สรุปผลการทดลองและแนวทางการจัดการเพื่อลดความเสี่ยง

5.1 การศึกษาความเข้มข้นของตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียมในฝุ่นพื้นของอู่พ่นสีรถยนต์และบริเวณมือ (swab) ของคนงานในอู่พ่นสีรถยนต์ที่มีห้องพ่นสีมาตรฐานและไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน

5.1.1 ในอู่พ่นสีรถยนต์ที่มีห้องพ่นสีมาตรฐานพบค่าความเข้มข้นสูงสุดของตะกั่ว และแคดเมียมในตัวอย่างฝุ่นพื้น พบในฝ่ายขัดสี 1 ส่วนความเข้มข้นสูงสุดของโครเมียมพบในฝ่ายปรับแต่ง นอกจากนี้ยังมีปัจจัยอื่นที่มีผลให้ค่าของตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียม มีค่าสูง ได้แก่ จำนวนรถที่เข้าใช้บริการ โครงสร้างอาคาร และปัจจัยทางด้านสิ่งแวดล้อม

ส่วนในตัวอย่างบริเวณมือ (swab) ของคนงานค่าความเข้มข้นสูงสุดของของตะกั่วและแคดเมียม พบในคนงานประเภทขัดสี 1 ส่วนโครเมียมพบในคนงานประเภทปรับแต่ง นอกจากนี้ยังมีปัจจัยอื่นๆ ที่ทำให้บริเวณมือคนงานมีปริมาณของโลหะหนักเพิ่มสูงขึ้นด้วย กล่าวคือ การไม่สวมถุงมือในการทำงาน และการสูบบุหรี่ในบริเวณทำงานโดยไม่ล้างมือ

5.1.2 ในอู่พ่นสีรถยนต์ที่ไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐานพบค่าความเข้มข้นสูงสุดของตะกั่ว และแคดเมียมในฝุ่นพื้นพบในบริเวณเก็บรถยนต์รอซ่อมและเก็บสีพ่นรถยนต์ 1 ส่วนโครเมียมพบค่าสูงสุดในช่วงที่มีปริมาณการใช้บริการพ่นสีรถยนต์จำนวนน้อย ซึ่งแสดงว่าอาจจะมีปัจจัยอื่นที่ทำให้ค่าความเข้าข้นของโครเมียมสูง เช่น ปัจจัยทางด้านสิ่งแวดล้อม หรือปริมาณการพ่นสี

ส่วนในตัวอย่างบริเวณมือ (swab) ของคนงานในอู่พ่นสีรถยนต์ที่ไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน พบค่าความเข้มข้นสูงสุดของตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียม พบในคนงานฝ่ายพ่นสีและขัดสี นอกจากนี้ยังมีปัจจัยอื่นๆ ได้แก่ การไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน ไม่มีอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลที่เหมาะสมครบถ้วน ไม่มีการจัดการสีที่มีประสิทธิภาพ และปัจจัยทางด้านพฤติกรรมส่วนบุคคลของคนงานที่มีการสูบบุหรี่ในบริเวณทำงานโดยไม่ล้างมือ

5.2 การเปรียบเทียบความเข้มข้นของตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียมในฝุ่นพื้นและบริเวณมือ (swab) ของคนงานในอู่พ่นสีรถยนต์ที่มีห้องพ่นสีมาตรฐานและไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐานในช่วงเวลาที่มีปริมาณการเข้าใช้บริการพ่นสีรถยนต์ที่แตกต่างกัน

5.2.1 ความเข้มข้นของตะกั่วในตัวอย่างฝุ่นพื้นในช่วงเวลาที่มีปริมาณการเข้าใช้บริการพ่นสีรถยนต์จำนวนมากมีค่าสูงกว่าจำนวนปานกลาง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ส่วนความเข้มข้นของแคดเมียมในฝุ่นพื้นในช่วงเวลาที่มีปริมาณการเข้าใช้บริการพ่นสีรถยนต์จำนวนมาก มีค่ามากกว่าจำนวนปานกลาง และจำนวนน้อย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) สำหรับความเข้มข้น

ของโครเมียมในฝุ่นพื้นพบว่า ในช่วงเวลาที่มีปริมาณการเข้าใช้บริการพ่นสีรถยนต์จำนวนมาก มีค่ามากกว่ากว่าจำนวนน้อย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ส่วนในตัวอย่างบริเวณ (swab) ของคนงานพบค่าความเข้มข้นของแคดเมียมในตัวอย่างบริเวณมือ (Swab) ของคนงานในช่วงเวลาที่มีปริมาณการเข้าใช้บริการพ่นสีรถยนต์จำนวนมาก มีค่ามากกว่าจำนวนปานกลาง และจำนวนน้อย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

5.2.2 ความเข้มข้นของตะกั่วในช่วงเวลาที่มีปริมาณการเข้าใช้บริการพ่นสีรถยนต์จำนวนมากมีค่ามากกว่าจำนวนปานกลาง และจำนวนน้อย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ส่วนในตัวอย่างบริเวณมือ (swab) ของคนงานพบค่าความเข้มข้นของตะกั่วในช่วงเวลาที่มีปริมาณการเข้าใช้บริการพ่นสีรถยนต์จำนวนมากมีค่ามากกว่าจำนวนปานกลาง และจำนวนน้อย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ส่วนความเข้มข้นของแคดเมียมในช่วงเวลาที่มีปริมาณการเข้าใช้บริการพ่นสีรถยนต์จำนวนมากมีค่ามากกว่าจำนวนปานกลาง และจำนวนมากมีค่าสูงกว่าจำนวนน้อย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และความเข้มข้นของโครเมียมในช่วงเวลาที่มีปริมาณการเข้าใช้บริการพ่นสีรถยนต์จำนวนมากมีค่ามากกว่าจำนวนน้อย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

5.3 การเปรียบเทียบความเข้มข้นของตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียมในฝุ่นพื้นและบริเวณมือ (swab) ของคนงานระหว่างอู่พ่นสีรถยนต์ที่มีห้องพ่นสีมาตรฐานและไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน

5.3.1 ความเข้มข้นของตะกั่วและโครเมียมในตัวอย่างฝุ่นพื้นจากอู่พ่นสีรถยนต์ที่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน มีค่ามากอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับความเข้มข้นของตะกั่วในตัวอย่างฝุ่นพื้นจากอู่พ่นสีรถยนต์ที่ไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน

5.3.2 ความเข้มข้นของตะกั่วและโครเมียมในตัวอย่างบริเวณมือ (swab) ของคนงานในอู่พ่นสีรถยนต์ที่มีห้องพ่นสีมาตรฐานมีค่ามากอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) กับความเข้มข้นของตะกั่วและโครเมียมในตัวอย่างบริเวณมือ (swab)ของคนงานในอู่พ่นสีรถยนต์ที่ไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน

5.4 การศึกษาปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อความเข้มข้นของตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียมในฝุ่นพื้นและบริเวณมือ (swab) ของคนงาน

5.4.1 ปัจจัยที่มีผลต่อความเข้มข้นของตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียมในฝุ่นพื้นและบริเวณมือ (Swab) ของคนงานในอู่พ่นสีรถยนต์ที่ได้มาตรฐาน ได้แก่

1) คนงานใส่ชุดทำงานกลับบ้านหลังเลิกงาน
2) คนงานมีพฤติกรรมสูบบุหรี่ในที่ทำงาน
3) คนงานมีพฤติกรรมไม่ล้างมือก่อนสูบบุหรี่
4) คนงานมีพฤติกรรมเคยสูบบุหรี่ในที่ทำงานเป็นประจำ
5) คนงานมีพฤติกรรมการซักเสื้อผ้ารวมกับคนในบ้าน

5.4.2 ปัจจัยที่มีผลต่อความเข้มข้นของตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียมในฝุ่นพื้นและบริเวณมือ (Swab) ของคนงานในอู่พ่นสีรถยนต์ที่ไม่ได้มาตรฐาน ได้แก่

1) คนงานมีพฤติกรรมสูบบุหรี่
2) คนงานมีพฤติกรรมสูบบุหรี่ในที่ทำงาน
3) คนงานมีพฤติกรรมเคยสูบบุหรี่ในที่ทำงานเป็นประจำ
4) คนงานใส่ชุดทำงานกลับบ้านหลังเลิกงาน

5.5 แนวทางการจัดการเพื่อป้องกันและแก้ไขการปนเปื้อนของตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียมภายในอู่พ่นสีรถยนต์และสิ่งแวดล้อมใกล้เคียง มีดังดังนี้

5.5.1. อู่พ่นสีรถยนต์ควรมีห้องพ่นสีมาตรฐาน, มีอุปกรณ์กำจัดโลหะหนักก่อนปล่อยอากาศออกจากปล่อง รวมทั้งมีระบบระบายอากาศที่ถูกต้องและเพียงพอตามกฎระเบียบของกระทรวงอุตสาหกรรม เพื่อป้องกันการปล่อยตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียมออกสู่สิ่งแวดล้อมการทำงานและสิ่งแวดล้อมภายนอก

5.5.2 อู่พ่นสีรถยนต์ควรมีตู้ดูดไอระเหย (hood) สำหรับให้คนงานผสมสีพ่นสีรถยนต์ โดยจัดไว้ในห้องที่ใช้เก็บและผสมสีพ่นรถยนต์โดยเฉพาะ นอกจากนี้ ควรมีการจัดวางกระป๋องสีพ่นรถยนต์อย่างเป็นระเบียบ โดยเฉพาะกระป๋องสีพ่นรถยนต์ที่เปิดใช้งานแล้วแต่ยังใช้ไม่หมด ควรปิดฝากระป๋องให้สนิท และจัดเก็บแยกกับกระป๋องสีพ่นรถยนต์ที่ยังไม่ได้ใช้

5.5.3 อู่พ่นสีรถยนต์ควรจัดเตรียมอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลที่มีประสิทธิภาพให้แก่คนงานตามลักษณะการทำงาน และมีจำนวนเพียงพอสำหรับคนงานทุกคน

5.5.4 อู่พ่นสีรถยนต์ควรจัดเตรียมชุดพนักงานและรองเท้าให้แก่คนงาน ตลอดจนจัดห้องอาบน้ำให้ตามเหมาะสมและเพียงพอ เพื่อให้คนงานสามารถอาบน้ำทำความสะอาดร่างกายและ

เปลี่ยนเสื้อผ้าหลังเลิกงานในแต่ละวัน เพื่อป้องกันการนำสารตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียมจากอู่พ่นสีรถยนต์กลับไปสู่ที่พักอาศัย

5.5.5 อู่พ่นสีรถยนต์ควรจัดให้มีอ่างล้างหน้า อ่างล้างมือ สบู่สำหรับล้างมือ และกระดาษเช็ดมือที่ถูกสุขลักษณะและมีจำนวนเพียงพอ

5.5.6 ควรมีการตรวจวัดปริมาณตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียมในบรรยากาศของอู่พ่นสีรถยนต์ (environmental monitoring) เป็นระยะ

5.5.7 ควรมีการตรวจสุขภาพคนงานและตรวจวัดตัวบ่งชี้ทางชีวภาพในร่างกายคนงาน (biological monitoring) เช่น ตะกั่วในเลือด เป็นประจำทุกปี

5.5.8 ควรมีการฝึกอบรม, สัมมนา, เผยแพร่ข้อมูลข่าวสาร และประชาสัมพันธ์เกี่ยวกับความเสี่ยงทางสุขภาพที่เกิดจากการทำงานและความปลอดภัยในการทำงานอย่างสม่ำเสมอ

5.5.9 คนงานควรแยกซักเสื้อผ้าชุดทำงานของตนเองกับคนในบ้าน

5.5.10 ภาครัฐ หรือการปกครองส่วนท้องถิ่น ควรมีมาตรการที่รัดกุมในการกระทำความผิดของอู่พ่นสีรถยนต์ที่ปล่อยสารพิษออกสู่สิ่งแวดล้อม

5.5.11 ควรมีการศึกษาวิจัยต่อเนื่องไปในอนาคตในประเด็นหัวข้อ ปัจจัยที่มีผลต่อระดับการปนเปื้อนของโลหะหนักในฝุ่นพื้นและบริเวณมือ (swab)ของคนงานในอู่พ่นสีรถยนต์ อาทิเช่น ปริมาณรถยนต์ที่เข้าใช้บริการพ่นสีรถยนต์ การมีหรือไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐานพร้อมอุปกรณ์กำจัดโลหะหนักก่อนที่จะปล่อยอากาศออกจากปล่อง การมีหรือไม่มีระบบระบายอากาศภายในอู่พ่นสีรถยนต์ การมีหรือไม่มีตู้ดูดไอระเหย (hood) สำหรับให้คนงานผสมสีพ่นสีรถยนต์ การสวมหรือไม่สวมถุงมือในขณะปฏิบัติงาน และการล้าง/ไม่ล้างมือก่อนสูบบุหรี่ภายในอู่พ่นสีรถยนต์ เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

กรมควบคุมมลพิษ. 2551a.*รายงานหลักโครงการสำรวจปริมาณและชนิดของซากผลิตภัณฑ์เครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์*. กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

กรมควบคุมมลพิษ. 2551b.*คู่มือการจัดการซากผลิตภัณฑ์เครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์*. กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

กรมควบคุมมลพิษ. 2552. *สรุปสถานการณ์มลพิษของประเทศไทยปี 2551*. กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

กรมทรัพยากรธรณี.2542.*การศึกษาติดตามปัญหาและแก้ไขการแพร่กระจายของสารหนู อำเภอร่อนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช.* กองสิ่งแวดล้อมทรัพยากรธรณี กรมควบคุมมลพิษ.

กรมโรงงานอุตสาหกรรม. 2555. *การขึ้นทะเบียนโรงงานอุตสาหกรรมตามพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2535*. ฝ่ายสารสนเทศ กระทรวงอุตสาหกรรม.

กองมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อม.2530.*ปรอท*. สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและพลังงาน. 12 หน้า.

จันทร์เพ็ญ ชูประภาวรรณ. 2543. *สถานะสุขภาพของคนไทย.* กรุงเทพฯ. สถาบันวิจัยระบบสาธารณสุข.

จิราภรณ์ จุธากรณ์. 2553. *เอกสารวิชาการผลกระทบจากปรากฏการณ์เอลนีโญและลานีญาในฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ของประเทศไทย*. กรมอุตุนิยมวิทยา. กรุงเทพมหานคร.

เจริญศักดิ์ งานไตรไร. 2545. *การประเมินความเสี่ยงต่อการเกิดโรคมะเร็งจากการได้รับตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียมของช่างพ่นสีในบรรยากาศภายในสถานประกอบการพ่นสีรถยนต์ในเขตเทศบาลนครหาดใหญ่*. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมาหาบัณฑิต สาขาการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ชมภูศักดิ์ พูลเกษม และสมจิต พฤกษะริตานนท์. 2534. *เอกสารการสอนชุดวิชาพิษวิทยาและเวชศาสตร์อุตสาหกรรม*. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

ณัฏฐนันท์ ยอดวงศ์. 2554. *สิ่งแวดล้อมในการทำงาน สภาพการทำงาน และพฤติกรรมการทำงานที่ปลอดภัยของคนงานในสถานประกอบการเคาะพ่นสีรถยนต์*. วิทยานิพนธ์พยาบาลศาสตร

ณัฐ ตันศรีสวัสดิ์ และศิรินันท์ เอี่ยมภักดิ์. 2550. *นิติพิษวิทยา*. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. หน้า 218-224.

ณัฐกิตติ์ วัฒนพันธ์. 2549. *การรับรู้ความปลอดภัยในการทำงานและพฤติกรรมการทำงานที่ปลอดภัยของพนักงาน บริษัทผลิตภัณฑ์และวัตถุก่อสร้าง*. วิทยานิพนธ์ ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาจิตวิทยาอุตสาหกรรมและองค์การ บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

ดุษฎี หมื่นห่อ. 2542. *การวัดความเข้มข้นของโทลูอีนและไซลีนในอู่พ่นซ่อมสีรถยนต์*. วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม สหสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นันทวรรณ วิจิตรวาทการ. 2552. *การเกิดผลกระทบต่อสุขภาพจากอุตสาหกรรม*. กรุงเทพมหานคร.

บรรจง วิทยวีรศักดิ์ วิชาญ เกี่ยวการค้า และพิชญา ตันติเศรณี. 2536. *รายงานการวิจัยการสำรวจข้อมูลเกี่ยวกับสุขภาพและความเสี่ยงต่อการได้รับสารพิษขณะทำงานของช่างเชื่อมโลหะ ช่างทาสี/พ่นสี และพนักงานในไนต์คลับในเขตอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา*. คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

บรรหาร ปรุงโพธิ์. 2549. *ระดับกรดฮิพพิวริคในปัสสาวะของผู้ปฏิบัติงานเคาะพ่นสีรถยนต์ในสถานประกอบการซ่อมและเคาะพ่นสีรถยนต์ เขตเทศบาลนครราชสีมา*. วิทยานิพนธ์สาธารณสุขศาสตร์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

บริษัทพิธานพาณิช จำกัด (มหาชน). 2556. *ขั้นตอนงานตัวถังและสีมาตรฐาน*. กรุงเทพมหานคร.

พงศ์เทพ วิวรรธนะเดช. 2547. *การประเมินความเสี่ยงด้านสุขภาพ.* มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 245 หน้า.

พงษ์ศักดิ์ บุญธรรมกุล. 2549. *เคาะพ่นสีรถยนต์*. สำนักพิมพ์เอ็มแอนด์อี. กรุงเทพมหานคร.

มธุรส รุจิรวัฒน์ และจุฑามาศ สัตยาวิวัฒน์. 2549. *พิษวิทยาสิ่งแวดล้อม*. กรุงเทพมหานคร: บริษัททรินิตี้ พับลิชชิ่ง จำกัด.มหาบัณฑิต สาขาวิชาการพยาบาลอาชีวอนามัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

มาโนชญ์ พัชนี และณรงค์ บุญสวยขวัญ. 2546. *รายงานวิจัยแรงงานในร้านซ่อมรถยนต์ รถจักรยานยนต์ และโรงกลึง จังหวัดนครศรีธรรมราช: รายงานวิจัยย่อยฉบับสมบูรณ์.* สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย. กรุงเทพมหานคร.

วิทยา อยู่สุข. 2549. *อาชีวอนามัยและความปลอดภัย.* ภาควิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล. กรุงเทพมหานคร. หน้า 87–99.

วิลาวัณย์ จึงประเสริฐ และสุรจิต สุนทรธรรม. 2542. *อาชีวเวชศาสตร์ ฉบับพิษวิทยา*. นนทบุรี: โครงการตำรากรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข.

ศูนย์ข้อมูลพิษวิทยา. 2555. *ความเป็นพิษของทองแดง*. กรมการแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข. http://webdb.dmsc.moph.go.th (สืบค้นเมื่อวันที่18 ธันวาคม 2555)

ศูนย์ข้อมูลวัตถุอันตรายและเคมีภัณฑ์. 2544. *เอกสารข้อมูลความปลอดภัยเคมีภัณฑ์*. กรมควบคุมมลพิษ. http://msds.pcd.go.th (สืบค้นเมื่อวันที่ 2 ธันวาคม 2555).

สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย. 2548. *โครงการสาธิตเทคโนโลยีการป้องกันมลพิษ สำหรับสถานบริการรถยนต์* . http://tei.or.th/projects/th (สืบค้นเมื่อวันที่ 1 ธันวาคม 2558)

สภาวิศวกรแห่งประเทศไทย. 2545. *เอกสารวิชาการหมวดที่ 5 ความปลอดภัยและสภาพแวดล้อมในการทำงาน*. กรุงเทพมหานคร. 32 หน้า

สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ. 2532 *โลหะหนักในสี*. สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพมหานคร.

สำนักวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. 2552. *งานช่างประเภทสีรถยนต์*. http://standox.com (สืบค้นเมื่อวันที่ 3 เมษายน 2556)

สิทธิชัย ตันธนะสฤษดิ์. 2549.*ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับคุณภาพน้ำ*. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 239 หน้า.

สุรภี โรจน์อารยานนท์.2530.*สภาวะแวดล้อมของเรา ตอนมลพิษสภาวะแวดล้อม*. สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพมหานคร.

แสงโฉม ศิริพาณิช และพรรณนภา เหมือนผึ้ง. 2552. *สรุปรายงานการเฝ้าระวังโรค*. สำนักระบาดวิทยา. http://epid.moph.go.th (สืบค้นเมื่อวันที่ 19 กรกฎาคม 2555).

แสงโฉม เกิดคล้าย และศิรนุช ชิ้นอินมนู. 2548.*สรุปรายงานการเฝ้าระวังโรค*. สำนักระบาดวิทยา. http://epid.moph.go.th (สืบค้นเมื่อวันที่ 19 กรกฎาคม 2555).

แสงโฉม เกิดคล้าย. 2547. *แนวทางการวินิจฉัยเพื่อการรายงานโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม*. พิมพ์ครั้งที่ 1. สำนักระบาดวิทยา กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข. สิงหาคม 2547: หน้า 22-33.

อรวรรณ พู่พิสุทธิ์ และศุลีพร แสงกระจ่าง. 2553. ความเป็นพิษของขยะอิเล็กทรอนิกส์. *วารสารพิษวิทยาไทย*. 25(1): 67-76.

อรอุษา สรวารี. 2542. *สารเคลือบผิว (สี วาร์นิช และแลกเกอร์)*. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 214 หน้า.

อร่าม เริงฤทธิ์. 2535. *งานตัวถังและการพ่นสีรถยนต์*. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์เจริญผล. (Accessed: 29 December 2008). (Accessed: 29 December. 2014).

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

Akhter, M. S. and Madany, I. M. 1993. Heavy metals in street and house dust in Bahrain. *Water, Air & Soil Pollution*. 66: 111-19.

ASTM (American Society for Testing and Materials). 2003. *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.

Automotive Service Technicians and Mechanics, 2003 to 2005. U.S.

Babu, B. R., Parande, A. K. and Basha, C. A. 2007. Electrical and electronic waste: a global environmental problem. *Waste Management & Research.* 25: 307-18.

Banerjee, A. D. K. 2003. Heavy metal levels and solid phase speciation in street dusts of Delhi, India. *Environmental Pollution*. 123: 95-105.

Bureau of Labor Statistics. Available online:

Chi, C. F., Chang, T. C. and Hung, K. H. 2004. Significant industry-source of injuries-accident type for occupational fatalities in Taiwan. *International Journal of Industrial Ergonomics*.

Duzgoren-Aydin, N. S., Li, X. D. and Wong, S. C. 2004. Lead contamination and isotope signatures in the urban environment of Hong Kong. *Environment International* 30: 209-17.

Foroughi, M., Najafi, P. and Toghiani, S. 2011. Trace elements removal from wastewater by *Ceratophyllum demersum*. *Journal of Applied Sciences & Environmental Management* 15(1): 197-201.

Friedman, P. A. and Gesek, F. A. 1994. Cadmium uptake by kidney distal convoluted tubule cells. *Toxicology and Applied Pharmacology*. 128: 257–263.

Hawley, G. C. 1977. *The Condensed Chemical Dictionary*. 9th edition. London: Van Nostrand Reinhold.

Health and Safety Executive (HSE). 2006. *Reducing ill health in the motor vehicle repair (MVR) industry*. Available online: www.hse.gov.uk.foi/internalops/sectors/manuf.pdf http://www.bls.gov/opub/cwc/print/sh20070521ar01p1.htm

Hutton, M. 1987. Human Health Concerns of Lead, Mercury, Cadmium and Arsenic. In T. C. Hutchinson and K. M. Meema, eds., *Lead Mercury, Cadmium and Arsenic in the Environment*. Scientific Committee on Problems of the Environment (SCOPE) 31. New York: John Wiley and Sons. Ltd.

Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA). 2006. *Summary and Conclusion of the 67th Meeting of Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (FAO/WHO)* 11p.

Jones-Otazo, H., Clarke, J. P., Diamond, M. L., Archbold, J. A., Ferguson, G., Harner, T., Richardson, G.M., Ryan, J. J. and Wilford, B. 2005. Is house dust the missing exposure pathway for PBDEs? An analysis of the urban fate and human exposure to PBDEs. *Environmental Science & Technology* 39: 5121-30.

Katzantzis, G. 2004. Cadmium, osteoporosis, and calcium metabolism. *Biometals*, 17: 493–8.

Kelly, J. and Thornton, I. 1996. Urban Geochemistry: A study of the influence of anthropogenic activity on the heavy metal content of soils in traditionally industrial and non-industrial areas of Britain. *Applied Geochemistry* 11: 363-70.

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

Kofi, A.D. 2002. *Public Health Risk Assessment for Human Exposure to Chemicals; Environmental Pollution.* Vol. 6. London: Kluwer Academic Publishers,

Lam, K. C., Ng, S. L., Hui, W. C. and Chan, P. K. 2005. Environmental quality of urban parks and open spaces in Hong Kong. *Environmental Monitoring and Assessment*, 111: 55-73.

Lanphear, B. P. and Roghmann, K. J. 1997. Pathways of lead exposure in urban children. *Environmental Research*, 74: 67-73.

Lanphear, B. P., Matte, T. D., Rogers, J., Clickner, R. P., Dietz, B., Bornschein, R. L., Succop, P., Mahaffey, K. R., Dixon, S., Galke, W., Rabinowitz, M., Farfel, M., Rohde, C., Schwartz, J., Ashley, P. and Jacobs, D. E.1998. The contribution of lead-contaminated house dust and residential soil to children's blood lead levels. *Environmental Research*, Section A 79: 51-68.

Leung, A. O. W., Duzgoren-Aydin, N. S., Cheung, K. C. and Wong, M. H. 2008. Heavy metals concentrations of surface dust from e-waste recycling and its human health implications in southeast China. *Environmental Science & Technology*, 42(7): 2674-80.

Li, X. and Thornton, I. 1993. Multi-element contamination of soils and plants in old mining areas, U.K. *Applied Geochemistry*, S2: 51-6.

Li, X., Poon, C. S. and Liu, P. S. 2001. Heavy metal contamination of urban soils and street dusts in Hong Kong. *Applied Geochemistry*, 16: 1361-68.

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

Miretzky, P. Saralegui, A. Fernandez, Cirelli A. 2004. Aquatic macrophytes potential for the simultaneous removal of heavy metals (Buenos Aires, Argentina). *Chemosphere* 57: 997-1005.

Murgueytio, A. M., Evans, R. G., Sterling, D., Serrano, F. and Roberts, D. 1998. Behaviors and blood lead levels of children in a lead-mining area and a comparison community. *Journal of Environmental Health* 60(6): 14-20.

Ng, S. L., Chan, L. S., Lam, K. C. and Chan, W. K. 2003. Heavy metal contents and magnetic properties of playground dust in Hong Kong. *Environmental Monitoring and Assessment*, 89: 221-32.

NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health). 2003a. *NIOSH Manual of Analytical Methods (NMAM), Method No.9105*, 4th ed., NIOSH, Cincinnati, OH, the United States.

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

Novelli, E. L. B., Lopes, A. M., Rodrigues, A. S., Novelli, J. L. V. B. and Ribas, B. O. 1999. Superoxide radical and nephrotoxic effect of cadmium exposure. *International Journal of Environmental Health Research*, 9: 109 –116.

Occupational Safety and Health Administration (OSHA). 2004. *OSHA related: Accident & Injury prevention human behavior-reducing unsafe acts*. Available online: http://www.dmssafetyservices.com (Accessed: 20 January 2009).

Provias, J. P., Ackerley, C. A., Smith, C. and Becker, L. E. 1994. Cadmium encephalopathy: a report with elemental analysis and pathological findings. *Acta Neuropathologica*, 88: 583-586.

Radike, M., Warshawsky, D., Caruso, J., Goth-Goldstein, R., Reilman, R., Collins, T., Yaeger, M., Wang, J., Olsen, L., Vela, N., and Schneider, J. 2002. Distribution and accumulation of a mixture of arsenic, cadmium, chromium, nickel, and vanadium in mouse small intestine, kidneys, pancreas, and femur following oral administration in water or feed. *Journal of Toxicology and Environmental Health Part A,* 65: 2029–2052.

Rawat, M., Ramanathan, A. L. and Subramanian, V. 2009. Quantification and distribution of heavy metals from small-scale industrial areas of Kanpur city, India. *Journal of Hazardous Materials*, 172: 1145-49.

Sastry, K. V. and Sharma, K. 1980. Effects of mercuric chloride on the activities of brain enzymes in a freshwater teleost, *Ophiocephalus (Channa) punctatus. Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 9: 425 – 430.

Smith S.M. 2007. *Occupational Injuries, Illnesses, and Fatalities to*

Tong, S. T. Y. and Lam, K. C. 1998. Are nursery schools and kindergartens safe for our kids? The Hong Kong study. *The Science of the Total Environment*, 216: 217-25.

Tong, S. T. Y. and Lam, K. C. 2000. Home sweet home? A case study of household dust contamination in Hong Kong. *The Science of the Total Environment*, 256: 115-23.

United Nations Environment Programme (UNEP). 2002. *Global Mercury Assessment*: Geneva. United Nations Environment Programme. UNEP Chemicals.

US. EPA (United States Environmental Protection Agency). 2012. *Regional Screening Levels (RSLs)*. November, 2012. Available online: http://www.epa.gov.com (Accessed 12 January 2013)

WHO (World Health Organization). 1976. *Environmental Health Criteria (EHC) 1: Mercury*. Geneva: World Health Organization, 131 p.

WHO. 2000a. *Air quality guidelines-second edition. Chapter 6.3 cadmium*. Copenhagen, Denmark: WHO regional office for Europe.

WHO. 2000b. *Toxicological evaluation of certain food additives and contaminants*. WHO food additives series, Cambridge University Press.

Wong, J. W. C. and Mak, N. K. 1997. Heavy metal pollution in children playgrounds in Hong Kong and its health implications. *Environmental Technology*, 18: 109-15.

Yongming, H., Peixuan, D., Junji, C. and Posmentier, E. S. 2006. Multivariate analysis of heavy metal contamination in urban dusts of Xi' an, Central China. *The Science of the Total Environment*, 355: 176-86.

Yu, G., Sun, D., and Zheng, Y., 2007. Health effects of exposure to natural arsenic in ground water and coal in China: Overview of occurrence. *Environmental Health perspectives*, 15: 636 – 642.

Zhifeng. G., Ling. W., Tao. Q., Jing. L and Zhang, Y. 2007. Synthesis, characterization, and cadmium (II) uptake of iminodiacetic acid-modified mesoporous SBA-15 Colloids and Surfaces A. *Physicochemical and Engineering Aspects*, 304:1-3,77-81

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ สกุล นายพุทธิชัย นิลเพ็ชร์

รหัสประจำตัวนักศึกษา 5410920034

วุฒิการศึกษา

วุฒิ	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
วิทยาศาสตรบัณฑิต (การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ)	มหาวิทยาลัยทักษิณ	2552

ตำแหน่งและสถานที่ทำงาน

เจ้าหน้าที่โครงการ พสวท. โรงเรียนหาดใหญ่วิทยาลัย อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

การตีพิมพ์เผยแพร่ผลงาน

พุทธิชัย นิลเพ็ชร์, ดุษฎี หมื่นห่อ และบรรจง วิทยวีรศักดิ์. 2558. ความเข้มข้นของตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียมในอู่พ่นสีรถยนต์ในจังหวัดสงขลา. *รายงานการประชุมวิชาการเสนอผลงาน วิจัยระดับบัณฑิตศึกษาแห่งชาติ ครั้งที่ 34* ณ อาคารเรียนรวม คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 27 มีนาคม 2558. หน้า 896-904.

ภาคผนวก

◯ อู่พ่นสีรถยนต์ที่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน

เลขที่.....

◯ อู่พ่นสีรถยนต์ที่ไม่มีห้องพ่นสีมาตรฐาน

แบบสอบถามอนามัยส่วนบุคคล

วันที่.....เดือน.....ปี..... (สำหรับการสัมภาษณ์)

คำชี้แจง : แบบสอบถามมีทั้งหมด 2 ตอน กรุณาทำเครื่องหมายถูก (√) หน้าขอความที่ตรงประเด็นมากที่สุด

ตอนที่ 1 หมวดข้อมูลทั่วไป

1. ชื่อ..... นามสกุล.....

ที่อยู่.....หมู่.....ตำบล.....อำเภอ.....จังหวัด.....

2. อายุ .....ปี (วัน เดือน ปี เกิด...../...../.....)

3. ส่วนสูง.....เซนติเมตร

4. น้ำหนัก.....กิโลกรัม

5. เพศ ◯ 5.1 ชาย ◯ 5.2 หญิง

6. สัญชาติ ◯ 6.1 ไทย ◯ 6.2 อื่น ๆ ระบุ.....

7. ศาสนา ◯ 7.1 พุทธ ◯ 7.2 มุสลิม ◯ 7.3 อื่นๆ ระบุ.....

8. การศึกษา

◯ 8.1 ประถมศึกษา ◯ 8.2 มัธยมศึกษาตอนต้น

◯ 8.3 มัธยมศึกษาตอนปลาย/ปวช. ◯ 8.4 ปวส.

◯ 8.5 ปริญญาตรี ◯ 8.6 อื่น ๆ ระบุ.....

9. สถานภาพ ◯ 9.1โสด ◯ 9.2 สมรส

10. อายุการทำงานในแผนกพ่นสี.....เดือน/.....ปี

11. พ่นสีวันละประมาณ.....ชั่วโมง

ตอนที่ 2 หมวดอนามัยส่วนบุคคล

12. ทำความสะอาดมือก่อนรับประทานอาหารหรือไม่

◯ 12.1 ไม่เคย (ถ้าเลือกข้อนี้ให้ข้ามไปทำข้อ 16)

◯ 12.2 บางเวลา

◯ 12.3 ประจำ

13. แหล่งน้ำที่ใช้ทำความสะอาดมือ

◯ 13.1 น้ำจากคลอง ระบุชื่อ.....

◯ 13.2 น้ำบ่อตื้น

◯ 13.3 น้ำบ่อบาดาล

◯ 13.4 น้ำฝน

◯ 13.5 น้ำประปา

◯ 13.6 อื่นๆ ระบุ.....

14. ทำความสะอาดมือด้วย

◯ 14.1 น้ำเปล่าอย่างเดียว

◯ 14.2 น้ำเปล่า และสบู่

◯ 14.3 บางครั้งใช้น้ำเปล่าอย่างเดียว แต่บางครั้งใช้น้ำเปล่ากับสบู่

◯ 14.4 อื่น ๆ ระบุ.....

15. หลังจากทำความสะอาดมือ ท่านทำให้มือแห้งโดยวิธีใด

◯ 15.1 เช็ดด้วยกางเกงหรือชุดทำงานที่ใส่

◯ 15.2 เช็ดด้วยผ้าหนูที่บริษัทเตรียมไว้ให้

◯ 15.3 เช็ดด้วยเครื่องเป่าลม

◯ 15.4 เช็ดด้วยกระดาษอเนกประสงค์

◯ 15.5 อื่น ๆ ระบุ.....

16. อุปกรณ์ที่ใช้เวลารับประทานอาหาร

◯ 16.1 มือ

◯ 16.2 ช้อน

◯ 16.3 บางครั้งใช้มือ แต่บางครั้งใช้ช้อน

◯ 16.4 อื่นๆ ระบุ.....

17. คุณสูบบุหรี่หรือไม่

◯ 17.1 ไม่สูบ

◯ 17.2 สูบ.....กี่มวนต่อวัน คุณเคยสูบมาเป็นระยะเวลานานเท่าไหร่.....ปี.....เดือน หรือเลิกมาแล้ว.....ปี.....เดือน

18. ท่านเคยสูบบุหรี่ในที่ทำงานหรือไม่

◯ 18.1 ไม่สูบ

◯ 18.2 สูบบ้างไม่สูบบ้าง

◯ 18.3 สูบเป็นประจำ

19. ท่านล้างมือก่อนสูบบุหรี่หรือไม่

◯ 19.1 ไม่ล้าง

◯ 19.2 ล้างด้วยน้ำเปล่าอย่างเดียว

◯ 19.3 ล้างด้วยน้ำเปล่า และสบู่

◯ 19.4 ล้างเป็นบางครั้ง

◯ 19.5 อื่น ๆ ระบุ.....

20. ท่านใช้หมวกคลุมผมขณะทำงานหรือไม่

◯ 20.1 ใช้

◯20.2 ใช้บ้างไม่ใช้บ้าง

◯20.3 ไม่ใช้ (ข้ามไปทำข้อ 22.)

21. ท่านถอดหมวกคลุมผมก่อนรับประทานอาหารหรือไม่

◯21.1 ถอด

◯21.2 ถอดบ้างไม่ถอดบ้าง

◯21.3 ไม่ถอด

22. ท่านอาบน้ำหลังเลิกงานหรือไม่

◯22.1 อาบในโรงงานก่อนกลับบ้าน

◯22.2 อาบน้ำทันทีเมื่อถึงบ้าน

◯22.3 พักภายในบ้านก่อนแล้วจึงค่อยอาบน้ำ

◯22.4 พักนอกบ้านก่อนแล้วจึงอาบน้ำ

◯22.5 อื่น ๆ.....

23. ท่านสระผมหลังเลิกงานทุกหรือไม่

◯237.1 สระผมทุกครั้ง

◯23.2 สระบ้างไม่สระบ้าง

◯23.3 ไม่สระ

24. ท่านมีชุดทำงานที่บริษัทจัดไว้ให้หรือไม่ (ชุดที่อู่จัดเตรียมให้เปลี่ยนขณะทำงาน)

◯24.1 มี

◯24.1 ไม่มี

25. หลังเลิกงานท่านใส่เสื้อผ้าชุดทำงานกลับบ้านหรือไม่

◯25.1 ไม่ใส่

◯25.2 ใส่บ้างไม่ใส่บ้าง

◯25.3 ใส่

26. ท่านซักเสื้อผ้าชุดทำงานรวมกับเสื้อผ้าอื่นหรือไม่

◯26.1 ซักแยกกัน

◯26.2 ซักรวมกับผู้อื่น

27. เสื้อผ้าที่ท่านใส่มาทำงาน ท่านใส่กี่วันถึงจะซัก

◯27.1 หนึ่งวัน

◯27.2 สองวันหรือมากกว่า

◯27.3 ไม่แน่นอน

28. ท่านสวมใส่หน้ากากป้องกันฝุ่นหรือไม่

◯28.1 ไม่เคยใส่

◯28.2 ใส่บ้างไม่ใส่บ้าง

◯28.3. ใส่เป็นประจำ

29. หน้ากากป้องกันฝุ่นที่ท่านใส่ มีระยะการใช้งานนานเท่าไหร่

◯ 29.1 ไม่เกิน 1 เดือน

◯ 29.2 มากกว่า 1 เดือน

◯ 29.3 มากกว่า 3 เดือน

30. คุณดื่มแอลกอฮอล์หรือไม่

◯ 30.1 ไม่

◯ 30.2 ดื่ม ชนิดของเครื่องดื่ม.....คุณเคยดื่มมาเป็นระยะเวลานานเท่าไหร่.....ปี.....เดือน หรือเลิกมาแล้ว.....ปี.....เดือน

31. คุณดื่มแอลกอฮอล์บ่อยแค่ไหน

◯ 31.1 บางเวลา คุณดื่มมาเป็นระยะเวลานานเท่าไหร่.....ปี.....เดือน

◯ 31.2 ประจำ คุณดื่มมาเป็นระยะเวลานานเท่าไหร่.....ปี.....เดือน

32. แหล่งน้ำที่ใช้ในการดื่มกิน

◯ 32.1 น้ำจากลำคลอง ระบุชื่อคลอง.....

◯ 32.2 น้ำบ่อตื้น

◯ 32.3 น้ำบ่อบาดาล

◯ 32.4 น้ำฝน

◯ 32.5 น้ำประปา

◯ 32.6 อื่นๆ ระบุ.....

33. ปกติคุณสวมรองเท้าหรือไม่

◯ 33.1 ประจำ ◯ 33.2 บางครั้ง

◯ 33.3 ไม่เคย ◯ 33.4 อื่นๆ ระบุ.....

34. ท่านมีโรคประจำตัวหรือไม่

◯ 34.1 ไม่มี

◯ 34.2 มี ระบุ.....

35. ท่านตรวจสุขภาพก่อนเข้าทำงานหรือไม่

◯ 35.1 ไม่ได้ตรวจ

◯ 35.2 ตรวจ

ตอนที่ 3 แบบสอบถามข้อมูลด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมของอู่พ่นสีรถยนต์

ข้อมูล	ความปลอดภัย
1. แสงสว่าง	○ เพียงพอ ○ ไม่มีเพียงพอ
2. การใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตราย	○ มี ○ ไม่มี
- ถ้ามีเป็นชนิด	○ ป้องกันตา
	○ ป้องกันอันตรายจาการหายใจ
	○ ป้องกันผิวหนัง
3. ระบบระบายอากาศ	○ มี ○ ไม่มี
4. ถังดับเพลิง	○ มี ○ ไม่มี
- ถ้ามี	○ เพียงพอ ○ ไม่มีเพียงพอ
5. การตรวจเช็คถังดับเพลิง	○ มี ○ ไม่มี
6. ถังขยะ จำนวน 3 ที่	○ ดี ○ พอใช้ ○ ไม่มี
- ถ้ามี...การเก็บขยะไปทิ้ง	○ ทุกวัน ○ จนกว่าขยะจะเต็มถัง
7. ห้องเปลี่ยนเสื้อผ้า.....ห้อง	○ ดี ○ พอใช้ ○ ไม่มี
8. ห้องเก็บของส่วนตัว.....ห้อง	○ ดี ○ พอใช้ ○ ไม่มี
9. ห้องน้ำ จำนวน 2 ห้อง	○ ดี ○ พอใช้ ○ ไม่มี
10. ห้องส้วม จำนวน 2 ห้อง	○ ดี ○ พอใช้ ○ ไม่มี
11.การเปลี่ยนชุดทำงาน	○ เปลี่ยน ○ ไม่เปลี่ยน
12. อ่างล้างมือ	○ มี ○ ไม่มี
13. สบู่	○ มี ○ ไม่มี
14. ผ้าเช็ดมือ	○ มี ○ ไม่มี
15. การสูบบุหรี่ในที่ทำงาน	○ มี ○ ไม่มี
16. ที่สำหรับสูบบุหรี่	○ มี ○ ไม่มี
17. การรับประทานอาหารในที่ทำงาน	○ มี ○ ไม่มี
18. ที่เฉพาะรับประทานอาหาร	○ มี ○ ไม่มี
19. มีการทำความสะอาดที่ทำงาน	○ มี ○ ไม่มี
- ถ้ามี	○ ทุกวัน ○ 1-2 วันครั้ง
20. อุปกรณ์ในการปฐมพยาบาล	○ มี ○ ไม่มี
- ถ้ามี	○ เพียงพอ ○ ไม่มีเพียงพอ
21. การฝึกอบรมหรือการแนะนำ	○ มี ○ ไม่มี
22. การตรวจสุขภาพ	○ มี ○ ไม่มี
- ถ้ามี	○ ทุก 6 เดือน ○ ทุก 1 ปี