



การประเมินการรับสัมผัสทองแดงในฝุ่นที่มีผลต่อสุขภาพผู้ปฏิบัติงานผลิตชิ้น
กรณีศึกษา กลุ่มภูมิปัญญาท้องถิ่น

The Exposure Assessment of Copper in Dust for Spoon Worker;
A Case Study in Local Wisdom Group

วันปิติ ธรรมศรี^{1*}

Received: April, 2016; Accepted: September, 2016

บทคัดย่อ

การศึกษาวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินการรับสัมผัสทองแดงในฝุ่นที่มีผลต่อสุขภาพของผู้ปฏิบัติงานผลิตชิ้นกรณีศึกษาภูมิปัญญาท้องถิ่น ศูนย์หัตถกรรมทองลงหิน กลุ่มตัวอย่างคือ ผู้ปฏิบัติงานจำนวน 30 คน ซึ่งทำงานในแผนกเจียรและแผนกขัดเงา เครื่องมือในการวิจัย คือ แบบสอบถามและเก็บตัวอย่างในอากาศแบบพื้นที่ การวิเคราะห์ปริมาณทองแดงใช้เทคนิค Atomic Absorption Spectroscopy ผลการศึกษาพบว่า ปริมาณทองแดงในแผนกขัดเงาที่ 8 มีปริมาณค่าความเข้มข้นของทองแดงในฝุ่นในบรรยากาศการทำงานมากที่สุด เท่ากับ 0.5996 mg/m^3 รองลงมาคือ แผนกเจียรที่ 3 เท่ากับ 0.4687 mg/m^3 ซึ่งผลการวิเคราะห์ดังกล่าวไม่พบค่าที่เกินมาตรฐานเมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานของ NIOSH ที่กำหนดค่าความเข้มข้นไว้ที่ 1 mg/m^3 อย่างไรก็ตามผู้วิจัยได้ประเมินค่าความเสี่ยงอันตรายต่อสุขภาพ (Hazard Quotient; HQ) พบว่า แผนกขัดเงาที่ 8 มีค่า HQ มากที่สุด (เท่ากับ 2.9375) รองลงมาคือ แผนกเจียรที่ 3 (เท่ากับ 2.2900) หากค่า HQ ที่มากกว่า 1 แสดงให้เห็นว่าปริมาณทองแดงโดยเฉลี่ยที่ร่างกายได้รับอยู่ในระดับที่ไม่ปลอดภัยต่อสุขภาพของพนักงานและควรดำเนินการแก้ไขความเสี่ยงนี้

คำสำคัญ : การประเมินการรับสัมผัส; ทองแดง; ฝุ่น

¹ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสวนดุสิต

* Corresponding Author E - mail Address: wanpitithammasri@gmail.com

Abstract

The purpose of this research was to investigate the exposure assessment of copper in dust for spoon workers. The samples were 30 representatives of spoon workers in grinding and polishing work. The study tool was a questionnaire and area sample. The determination of copper in dust used atomic absorption spectroscopy technique. The study found that the concentration of copper in grinding work (no. 8) is $0.5996 \text{ mg} / \text{m}^3$. The secondary concentration of copper was grinding work (no. 3), an average of $0.4687 \text{ mg} / \text{m}^3$. The analysis does not exceed the standard of NIOSH at $1 \text{ mg} / \text{m}^3$ (dust). However, the researchers assessed the risk of hazard quotient of spoon workers. The result revealed that, the hazard quotient of spoon workers in polishing work (no. 8) is higher (an average 2.9375). The secondary of hazard quotient was grinding work (no. 3) (an average 2.2900). If the hazard quotient is greater than 1 it shows that the average amount of copper in the body can be unsafe for health and risk management.

Keywords: Exposure Assessment; Copper; Dust

บทนำ

กลุ่มภูมิปัญญาท้องถิ่น ศูนย์หัตถกรรมทองลงหิน เป็นกลุ่มอาชีพที่ผู้ประกอบการอาชีพทองลงหินในชุมชนช่วยกันพัฒนาผลิตภัณฑ์จนเป็นสินค้าหัตถกรรมท้องถิ่นที่ได้รับความนิยมและทรงคุณค่า พัฒนารูปแบบเป็นภูมิปัญญาเครื่องทองลงหินโดยเฉพาะการผลิตชิ้น สำหรับกระบวนการผลิตนั้นมีทองแดงเป็นส่วนผสมหลักที่นิยมนำมาทำเครื่องทองลงหิน เนื่องจากทองแดงมีความยืดหยุ่นสูง สามารถทุบและตีแผ่ขึ้นผลงานได้หลากหลายรูปทรง [1] อย่างไรก็ตามในบางขั้นตอนในกระบวนการผลิต เช่น การขึ้นรูป การตกแต่งผิว การขัดเงา และการเจียร เป็นต้น ก่อให้เกิดฝุ่นละอองขนาดเล็ก อาจก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพ การที่ร่างกายสะสมทองแดงเป็นเวลานานอาจส่งผลให้เกิดโรคได้ เช่น โรคในระบบทางเดินหายใจ ดังนั้นการศึกษาการประเมินการสัมผัสทองแดงในฝุ่นที่มีผลต่อสุขภาพของผู้ปฏิบัติงานผลิตชิ้น กลุ่มภูมิปัญญาท้องถิ่น ศูนย์หัตถกรรมทองลงหิน เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานตระหนักถึงความเสี่ยงที่จะได้รับจากการสัมผัสกับทองแดงในฝุ่นจนทำให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพ

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาหาปริมาณทองแดงในฝุ่นและประเมินการสัมผัสทองแดงในฝุ่นต่อสุขภาพของพนักงานผู้ปฏิบัติงานผลิตชิ้น

ขอบเขตการวิจัย

1. ประชากร คือ พนักงานผู้ปฏิบัติงานผลิตชิ้น กลุ่มภูมิปัญญาท้องถิ่น ศูนย์หัตถกรรมทองลงหิน กรุงเทพมหานคร จำนวน 30 คน
2. การประเมินปริมาณความเข้มข้นของทองแดงในฝุ่นในบรรยากาศการทำงาน of พนักงาน 2 กลุ่ม คือ 1) พนักงานกลุ่มผู้ปฏิบัติงานผลิตชิ้น (ใน 2 แผนก คือ แผนกเจียรและแผนกขัดเงา) และ 2) พนักงานกลุ่มควบคุม (ผู้ปฏิบัติงานแผนกอื่น ๆ) ด้วยเครื่องมือการเก็บตัวอย่างสารเคมีในอากาศแบบพื้นที่ ซึ่งเก็บตัวอย่างเข้าและบ่ายเป็นเวลา 5 วัน โดยเก็บตัวอย่างอากาศไม่เต็มเวลาและเก็บหลายตัวอย่าง (Partial Period, Consecutive Samples) (ดัดแปลงจาก NIOSH 7029 Method)
3. การประเมินการรับสัมผัสทองแดงในฝุ่นต่อสุขภาพของพนักงาน [2] จำนวน 2 กลุ่ม คือ 1) พนักงานกลุ่มผู้ปฏิบัติงานผลิตชิ้น (ใน 2 แผนก คือ แผนกเจียรและแผนกขัดเงา) และ 2) พนักงานกลุ่มควบคุม (ผู้ปฏิบัติงานแผนกอื่น ๆ)

วิธีการดำเนินงานวิจัย

ประชากร คือ ผู้ปฏิบัติงานผลิตชิ้น กลุ่มภูมิปัญญาท้องถิ่น ศูนย์หัตถกรรมทองลงหิน กรุงเทพมหานคร จำนวน 30 คน

ขั้นตอนการดำเนินการ

1. การศึกษาข้อมูลพื้นฐานทั่วไปและพฤติกรรมการป้องกันอันตรายจากการสัมผัสทองแดงในฝุ่นด้วยแบบสอบถาม แบ่งเป็น 4 ส่วน คือ
 - ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป
 - ส่วนที่ 2 ข้อมูลการได้รับสัมผัสทองแดงในฝุ่น
 - ส่วนที่ 3 อาการและผลกระทบต่อสุขภาพจากการสัมผัสทองแดงในฝุ่น
 - ส่วนที่ 4 พฤติกรรมการป้องกันอันตรายจากการสัมผัสทองแดงในฝุ่น
2. การเก็บตัวอย่างทองแดงในฝุ่นในบรรยากาศการทำงานของผู้ปฏิบัติงาน ด้วยเครื่องมือการเก็บตัวอย่างสารเคมีในอากาศแบบพื้นที่ ณ ศูนย์หัตถกรรมทองลงหิน โดยนำอุปกรณ์ติดตั้งข้างกล้องวางในตำแหน่งที่ใกล้ผู้ปฏิบัติงานมากที่สุดในระดับทางเดินหายใจของผู้ปฏิบัติงาน (ดัดแปลงจาก NIOSH 7029 Method)
3. การวิเคราะห์หาปริมาณความเข้มข้นของทองแดงของผู้ปฏิบัติงานผลิตชิ้น ด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS) ดัดแปลงจาก NIOSH 7029 Method
4. การประเมินความเสี่ยงอันตรายและผลกระทบต่อสุขภาพ [2]

ผลการดำเนินการวิจัย

การศึกษาการประเมินการรับสัมผัสทองแดงในฝุ่นที่มีผลต่อสุขภาพของผู้ปฏิบัติงานผลิตชิ้นในครั้งนี้ ได้ผลดังนี้ คือ

1. ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

จากการเก็บรวบรวมตัวอย่างข้อมูลของพนักงานผู้ปฏิบัติงานผลิตชิ้น ณ กลุ่มภูมิปัญญาท้องถิ่น ศูนย์หัตถกรรมทองลงหิน จำนวน 30 คน พบว่า พนักงานส่วนใหญ่เป็นเพศชาย คิดเป็นร้อยละ 83.33 เป็นเพศหญิง คิดเป็นร้อยละ 16.67 ส่วนใหญ่มีอายุระหว่าง 50 - 60 ปี คิดเป็นร้อยละ 66.67 รองลงมา มีอายุตั้งแต่ 60 ปีขึ้นไป คิดเป็นร้อยละ 33.33 พนักงานส่วนใหญ่มีน้ำหนักระหว่าง 61 - 70 กิโลกรัม คิดเป็นร้อยละ 80 รองลงมามีน้ำหนักระหว่าง 51 - 60 กิโลกรัม คิดเป็นร้อยละ 20 พนักงานส่วนใหญ่มีส่วนสูงระหว่าง 161 - 170 เซนติเมตร คิดเป็นร้อยละ 75 รองลงมามีส่วนสูงระหว่าง 151 - 160 เซนติเมตร คิดเป็นร้อยละ 25 จากการศึกษาระดับการศึกษาของพนักงานส่วนใหญ่มีการศึกษาอยู่ในระดับประถมศึกษาปีที่ 4 คิดเป็นร้อยละ 83.88 รองลงมา มีการศึกษาอยู่ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น คิดเป็นร้อยละ 16.67 ส่วนข้อมูลการมีโรคประจำตัวของพนักงานพบว่า พนักงานไม่มีโรคประจำตัวคิดเป็นร้อยละ 100 และพนักงานเคยได้รับการตรวจสุขภาพประจำปีคิดเป็นร้อยละ 100 และพนักงานส่วนใหญ่มีประสบการณ์การทำงานมากกว่า 10 ปีขึ้นไป คิดเป็นร้อยละ 100

2. ข้อมูลการรับสัมผัสทองแดงในฝุ่นจากแบบสอบถาม

จากการศึกษาข้อมูลการรับสัมผัสทองแดงในฝุ่นของผู้ปฏิบัติงานผลิตชิ้น พบว่า พนักงานผู้ปฏิบัติงานที่มีความเสี่ยงต่อการได้รับสัมผัสทองแดง คือ พนักงานกลุ่มผู้ปฏิบัติงานผลิตชิ้น (ใน 2 แผนก คือ แผนกเจียรและแผนกขัดเงา) คิดเป็นร้อยละ 66.67 ส่วนพนักงานกลุ่มควบคุม (ผู้ปฏิบัติงานแผนกอื่น ๆ) ไม่มีความเสี่ยงต่อการได้รับสัมผัสทองแดง คิดเป็นร้อยละ 33.33 เนื่องจากเป็นงานลักษณะทั่วไป เช่น บรรจุหีบห่อ และขนส่ง เป็นต้น สำหรับกำลังการผลิตชิ้น ส่วนใหญ่ผลิตชิ้นได้ประมาณ 301 - 400 ชิ้นต่อวัน คิดเป็นร้อยละ 65 รองลงมาผลิตชิ้นได้ 201 - 300 ชิ้นต่อวัน คิดเป็นร้อยละ 20

ในส่วนของการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับผลกระทบต่อสุขภาพพบว่า พนักงานผู้ปฏิบัติงานไม่ทราบข้อมูลระยะเวลาการสัมผัสทองแดงในฝุ่นที่เป็นผลกระทบต่อสุขภาพ คิดเป็นร้อยละ 100 ผู้ปฏิบัติงานแต่ละแผนกยังไม่ทราบถึงความรู้เรื่องพิษของทองแดงว่ามีผลกระทบต่อสุขภาพรวมทั้งปริมาณของทองแดงในฝุ่นในอากาศที่ไม่ควรเกิน $1 \text{ mg} / \text{m}^3$ ใน 1 วัน คิดเป็นร้อยละ 100 เช่นเดียวกัน นอกจากนั้น ผู้ปฏิบัติงานยังไม่ทราบข้อมูลเกี่ยวกับระยะเวลาในการรับทองแดงในฝุ่นว่าเกิน 8 ชั่วโมงต่อวัน จะส่งผลกระทบต่อสุขภาพ คิดเป็นร้อยละ 100 และผู้ปฏิบัติงานไม่มีการสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลต่อการได้รับฝุ่นทางการหายใจ คิดเป็นร้อยละ 100

3. ข้อมูลอาการและผลกระทบต่อสุขภาพจากการสัมผัสทองแดงในฝุ่นจากแบบสอบถาม

จากการศึกษาข้อมูลพนักงานผู้ปฏิบัติงานทั้งหมด ในส่วนของการที่บ่งบอกการแพ้พิษฝุ่นทองแดง เช่น ปากมีรสหวานหรือรสโลหะ อาการปัสสาวะมีเลือดปน อาการผิวหนังมีผื่นแดง อาการแสบหน้าอก อาการน้ำมูกน้ำลายไหล อาการอักเสบในช่องท้องและกล้ามเนื้อพบว่า พนักงานไม่มีอาการดังกล่าว ซึ่งเกณฑ์การประเมินอาการและผลกระทบต่อสุขภาพจากการสัมผัสทองแดงในฝุ่นของพนักงานพบว่า มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.97 ซึ่งเป็นเกณฑ์ที่ไม่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพ โดยส่วนใหญ่มีอาการระคายเคืองตา คิดเป็นร้อยละ 70 รองลงมามีอาการระคายคอและอาการเหนื่อยหอบ คิดเป็นร้อยละ 16.67

4. พฤติกรรมการป้องกันอันตรายจากการสัมผัสของแดงในฝุ่นจากแบบสอบถาม

จากการศึกษาข้อมูลพฤติกรรมการป้องกันอันตรายจากการสัมผัสของแดงในฝุ่นของผู้ปฏิบัติงาน พบว่า ค่าเฉลี่ยของพฤติกรรมอยู่ในระดับเสี่ยงมากต้องปรับปรุง ซึ่งผู้ปฏิบัติงานคิดเป็นร้อยละ 100 ไม่เคยสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายทุกชนิดต่อการได้รับฝุ่นทางการหายใจ แต่ทราบว่าควรใส่ รวมทั้งผู้ปฏิบัติงานไม่เคยมีการดูแลสุขภาพเครื่องมืออุปกรณ์ที่ใช้ในการทำงาน ไม่มีระบบระบายอากาศในพื้นที่ปฏิบัติงานในขณะที่ปฏิบัติงาน และไม่มีการดูแลสุขภาพสะอาดในพื้นที่ปฏิบัติงาน ตามลำดับ

5. การวิเคราะห์ของแดงในฝุ่นในบรรยากาศการทำงานด้วยเครื่อง AAS

จากการตรวจวัดปริมาณความเข้มข้นของของแดงในฝุ่นในบรรยากาศการทำงานด้วยเครื่องมือการเก็บตัวอย่างในอากาศแบบพื้นที่ของผู้ปฏิบัติงานผลิตชิ้น แล้วนำมาวิเคราะห์หาของแดงในฝุ่นด้วยเครื่อง AAS จากนั้นจึงนำมาคำนวณโดยหาค่า C (mg/m^3) จำนวน 30 ตัวอย่าง ดังสมการที่ (1)

$$C = \frac{CsVs - CbVb}{V} mg/m^3 \quad (1)$$

เมื่อ

C	ปริมาณความเข้มข้นของของแดงในฝุ่นในบรรยากาศการทำงาน mg/m^3
Cs	ค่าความเข้มข้นของตัวอย่างที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยเครื่อง AAS $\mu g/ml$
Vs	ปริมาตรอากาศของตัวอย่าง ml
Cb	ค่าความเข้มข้นของ Blank ที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยเครื่อง AAS $\mu g/ml$
Vb	ปริมาตรอากาศของ Blank ml
V	ปริมาตรอากาศ (ค่าที่ได้จากชั่วโมงที่เก็บตัวอย่าง x อัตราการไหล) L

ผลการวิเคราะห์ปริมาณความเข้มข้นของของแดงในฝุ่นในบรรยากาศการทำงานพบว่า จำนวนตัวอย่างที่ตรวจพบปริมาณความเข้มข้นของของแดงในฝุ่น คือ ตัวอย่างอากาศที่เก็บจากพนักงานกลุ่มผู้ปฏิบัติงานผลิตชิ้น (แผนกเจียรและแผนกขัดเงา) พบปริมาณความเข้มข้นของของแดง จำนวน 12 ตัวอย่าง และไม่พบปริมาณความเข้มข้นของของแดง 8 ตัวอย่าง ส่วนพนักงานกลุ่มควบคุม (แผนกอื่น ๆ) ตรวจวัดไม่พบทั้ง 10 ตัวอย่าง ดังตารางที่ 1 - 2

ตารางที่ 1 ค่าปริมาณความเข้มข้นของทองแดงในฝุ่นในบรรยากาศการทำงาน (พนักงานกลุ่มผู้ปฏิบัติงานผลิตชิ้น)

ลำดับที่	พนักงานกลุ่มผู้ปฏิบัติงานผลิตชิ้น	$C(mg/m^3)$	ลำดับที่	พนักงานกลุ่มผู้ปฏิบัติงานผลิตชิ้น	$C(mg/m^3)$
1	แผนกเจียรที่ 1	0.2864	11	แผนกขัดเงาที่ 1	N.D.
2	แผนกเจียรที่ 2	0.0270	12	แผนกขัดเงาที่ 2	N.D.
3	แผนกเจียรที่ 3	0.4687	13	แผนกขัดเงาที่ 3	0.1470
4	แผนกเจียรที่ 4	0.1459	14	แผนกขัดเงาที่ 4	0.3501
5	แผนกเจียรที่ 5	0.0477	15	แผนกขัดเงาที่ 5	0.1465
6	แผนกเจียรที่ 6	0.4202	16	แผนกขัดเงาที่ 6	0.4514
7	แผนกเจียรที่ 7	N.D.	17	แผนกขัดเงาที่ 7	0.0075
8	แผนกเจียรที่ 8	N.D.	18	แผนกขัดเงาที่ 8	0.5996
9	แผนกเจียรที่ 9	N.D.	19	แผนกขัดเงาที่ 9	N.D.
10	แผนกเจียรที่ 10	N.D.	20	แผนกขัดเงาที่ 10	N.D.

หมายเหตุ: N.D. หมายถึง ตรวจวัดไม่พบปริมาณความเข้มข้นของทองแดงในฝุ่น

ตารางที่ 2 ค่าปริมาณความเข้มข้นของทองแดงในฝุ่นในบรรยากาศการทำงาน (พนักงานกลุ่มควบคุม)

ลำดับที่	พนักงานกลุ่มควบคุม	$C(mg/m^3)$
1	แผนกงานอื่น ๆ 1	N.D.
2	แผนกงานอื่น ๆ 2	N.D.
3	แผนกงานอื่น ๆ 3	N.D.
4	แผนกงานอื่น ๆ 4	N.D.
5	แผนกงานอื่น ๆ 5	N.D.
6	แผนกงานอื่น ๆ 6	N.D.
7	แผนกงานอื่น ๆ 7	N.D.
8	แผนกงานอื่น ๆ 8	N.D.
9	แผนกงานอื่น ๆ 9	N.D.
10	แผนกงานอื่น ๆ 10	N.D.

หมายเหตุ: N.D. หมายถึง ตรวจวัดไม่พบปริมาณความเข้มข้นของทองแดงในฝุ่น

จากผลการศึกษาดังกล่าว พบว่า ผู้ปฏิบัติงานผลิตชิ้นในแผนกขัดเงาที่ 8 ได้รับความเข้มข้นของทองแดงในฝุ่นในบรรยากาศการทำงานมากที่สุดเท่ากับ 0.5996 mg/m^3 รองลงมาคือ ผู้ปฏิบัติงานผลิตชิ้นในแผนกเจียรที่ 3 เท่ากับ 0.4687 mg/m^3

อย่างไรก็ตามจากผลการคำนวณค่าการได้รับความเข้มข้นของทองแดงในฝุ่นในบรรยากาศการทำงานของผู้ปฏิบัติงานผลิตชิ้นพบว่า ค่าที่ได้ทั้งหมดไม่เกินค่ามาตรฐานที่ NIOSH กำหนดซึ่งค่ามาตรฐานกำหนดค่าขีดจำกัดความเข้มข้นไว้ที่ $1 \text{ mg} / \text{m}^3$

6. การประเมินความเสี่ยงอันตรายและผลกระทบต่อสุขภาพจากการรับสัมผัสทองแดงในฝุ่นในบรรยากาศการทำงาน

สำหรับการประเมินการรับสัมผัสทองแดงในฝุ่นในบรรยากาศการทำงานในครั้งนี้ผู้วิจัยขอเสนอเฉพาะข้อมูลที่ตรวจวัดพบปริมาณทองแดงในฝุ่นมาคำนวณเพื่อหาค่าการประเมินการรับสัมผัสทองแดง ด้วยสมการของ U.S. Environmental Protection Agency [2] เพื่อหาค่า I หรือค่า Average Daily Intake ($\text{mg} / \text{Kg} / \text{day}$) ดังสมการที่ (2) ซึ่งเป็นการประเมินความเสี่ยงของสารที่ไม่ก่อให้เกิดมะเร็ง ผลการศึกษาดังตารางที่ 3

$$I = \frac{(C \times CR \times EF \times ED)}{BW \times AT} \quad (2)$$

เมื่อ

I	ค่า Average Daily Intake $\text{mg} / \text{Kg} / \text{day}$
C	ปริมาณความเข้มข้นของทองแดงในฝุ่นในบรรยากาศการทำงาน mg / m^3
CR	อัตราการหายใจ m^3 / day
EF	ความถี่การรับสัมผัส day / year
ED	ระยะเวลาการรับสัมผัส year
BW	น้ำหนักตัว Kg
AT	ระยะเวลาที่ใช้ในการรับสัมผัสเฉลี่ย day

ตารางที่ 3 ค่าการประเมินการรับสัมผัสทองแดงในฝุ่น

ลำดับ	พนักงานกลุ่มผู้ปฏิบัติงานผลิตชิ้น	Average Daily Intake ($\text{mg} / \text{Kg} / \text{day}$)
1	แผนกเจียรที่ 1	0.0557*
2	แผนกเจียรที่ 2	0.0039
3	แผนกเจียรที่ 3	0.0916*
4	แผนกเจียรที่ 4	0.0278
5	แผนกเจียรที่ 5	0.0079
6	แผนกเจียรที่ 6	0.0836*
7	แผนกเจียรที่ 7	0.0000
8	แผนกเจียรที่ 8	0.0000
9	แผนกเจียรที่ 9	0.0000
10	แผนกเจียรที่ 10	0.0000
11	แผนกขัดเงาที่ 1	0.0000

ตารางที่ 3 ค่าการประเมินการรับสัมผัสทองแดงในฝุ่น (ต่อ)

ลำดับ	พนักงานกลุ่มผู้ปฏิบัติงานผลิตชิ้น	Average Daily Intake ($mg./Kg./day$)
12	แผนกขัดเงาที่ 2	0.0000
13	แผนกขัดเงาที่ 3	0.0278
14	แผนกขัดเงาที่ 4	0.0697
15	แผนกขัดเงาที่ 5	0.0278
16	แผนกขัดเงาที่ 6	0.0896*
17	แผนกขัดเงาที่ 7	0.0014
18	แผนกขัดเงาที่ 8	0.1175*
19	แผนกขัดเงาที่ 9	0.0000
20	แผนกขัดเงาที่ 10	0.0000

หมายเหตุ * คือ ค่าที่เกิน RfD ของทองแดงที่กำหนดคือ 0.040 [3]

จากการศึกษาดังกล่าวพบว่าอัตราการหายใจเอาฝุ่นเข้าไปของผู้ปฏิบัติงานผลิตชิ้นในแผนกขัดเงาที่ 8 มีค่ามากที่สุดเท่ากับ 0.1175 รองลงมาคือแผนกเจียรที่ 3 เท่ากับ 0.0916 หากนำค่าที่ได้ดังกล่าวมาเปรียบเทียบกับอัตราการหายใจเอาฝุ่นทองแดงเข้าไปต่อวันของผู้ปฏิบัติงาน (RfD ของทองแดงที่กำหนดคือ 0.040) พบว่าค่าที่ได้เกินกว่าค่าที่กำหนด

7. การประเมินความเสี่ยงอันตรายและการประเมินผลกระทบต่อสุขภาพ

จากการประเมินความเสี่ยงอันตรายและการประเมินผลกระทบต่อสุขภาพของผู้ปฏิบัติงานผลิตชิ้นในแผนกเจียรและแผนกขัดเงา ณ กลุ่มภูมิปัญญาท้องถิ่น ศูนย์หัตถกรรมทองหิน ด้วยค่า HQ ดังสมการที่ (3) ได้ผลดังตารางที่ 4

$$HQ = I / RfD \quad (3)$$

เมื่อ

HQ ค่าความเสี่ยงอันตราย

I ค่า Average Daily Intake $mg./Kg./day$

RfD ค่าอ้างอิงของทองแดง $mg./Kg./day$

ตารางที่ 4 ค่าความเสี่ยงอันตรายและการประเมินผลกระทบต่อสุขภาพ

ลำดับ	พนักงานกลุ่มผู้ปฏิบัติงานผลิตชิ้น	ค่า HQ	ผลกระทบต่อสุขภาพ
1	แผนกเจียรที่ 1	1.3925	มีผลกระทบต่อสุขภาพ
2	แผนกเจียรที่ 2	0.0975	ไม่มีผลกระทบต่อสุขภาพ
3	แผนกเจียรที่ 3	2.2900	มีผลกระทบต่อสุขภาพ

ตารางที่ 4 ค่าความเสี่ยงอันตรายและการประเมินผลกระทบต่อสุขภาพ (ต่อ)

ลำดับ	พนักงานกลุ่มผู้ปฏิบัติงานผลิตชิ้น	ค่า HQ	ผลกระทบต่อสุขภาพ
4	แผนกเจียรที่ 4	0.6950	ไม่มีผลกระทบต่อสุขภาพ
5	แผนกเจียรที่ 5	0.1975	ไม่มีผลกระทบต่อสุขภาพ
6	แผนกเจียรที่ 6	2.0900	มีผลกระทบต่อสุขภาพ
7	แผนกเจียรที่ 7	0.0000	ไม่มีผลกระทบต่อสุขภาพ
8	แผนกเจียรที่ 8	0.0000	ไม่มีผลกระทบต่อสุขภาพ
9	แผนกเจียรที่ 9	0.0000	ไม่มีผลกระทบต่อสุขภาพ
10	แผนกเจียรที่ 10	0.0000	ไม่มีผลกระทบต่อสุขภาพ
11	แผนกขัดเงาที่ 1	0.0000	ไม่มีผลกระทบต่อสุขภาพ
12	แผนกขัดเงาที่ 2	0.0000	ไม่มีผลกระทบต่อสุขภาพ
13	แผนกขัดเงาที่ 3	0.6950	ไม่มีผลกระทบต่อสุขภาพ
14	แผนกขัดเงาที่ 4	1.7425	มีผลกระทบต่อสุขภาพ
15	แผนกขัดเงาที่ 5	0.6950	ไม่มีผลกระทบต่อสุขภาพ
16	แผนกขัดเงาที่ 6	2.2400	มีผลกระทบต่อสุขภาพ
17	แผนกขัดเงาที่ 7	0.0350	ไม่มีผลกระทบต่อสุขภาพ
18	แผนกขัดเงาที่ 8	2.9375	มีผลกระทบต่อสุขภาพ
19	แผนกขัดเงาที่ 9	0.0000	ไม่มีผลกระทบต่อสุขภาพ
20	แผนกขัดเงาที่ 10	0.0000	ไม่มีผลกระทบต่อสุขภาพ

จากการศึกษาผลการประเมินความเสี่ยงอันตรายและผลกระทบต่อสุขภาพ (HQ) ต่อการได้รับสัมผัสปริมาณทองแดงในฝุ่นที่ร่างกายได้รับเฉลี่ยพบว่า ค่าความเสี่ยงอันตราย HQ ที่มากกว่า 1 จะส่งผลกระทบต่อสุขภาพ หรืออยู่ในระดับที่ไม่ปลอดภัยต่อสุขภาพของพนักงานผู้ปฏิบัติงาน คือ แผนกขัดเงาที่ 8 เท่ากับ 2.9375 แผนกเจียรที่ 3 เท่ากับ 2.2900 แผนกขัดเงาที่ 6 เท่ากับ 2.2400 แผนกเจียรที่ 6 เท่ากับ 2.0900 แผนกขัดเงาที่ 4 เท่ากับ 1.7425 และแผนกเจียรที่ 1 เท่ากับ 1.3925 ตามลำดับ ส่วนแผนกที่มีค่า HQ น้อยกว่า 1 หมายถึงไม่มีผลกระทบต่อสุขภาพของพนักงานผู้ปฏิบัติงาน

อภิปรายและสรุปผล

จากการศึกษาการประเมินการรับสัมผัสทองแดงในฝุ่นที่มีผลต่อสุขภาพผู้ปฏิบัติงานผลิตชิ้นของศูนย์หัตถกรรมทองลงหิน และพิจารณาร่วมกับลักษณะการทำงานรวมทั้งพฤติกรรมการทำงาน พบว่าผู้ปฏิบัติงานมีความเสี่ยงต่อการรับสัมผัสทองแดงในฝุ่นทุกวัน ส่วนการรับสัมผัสทองแดงจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับกำลังผลิตของแต่ละวันหรือสัปดาห์ ซึ่งผู้ปฏิบัติงานทุกคนทราบถึงการสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลเป็นอย่างดี แต่ไม่ใช่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลขณะปฏิบัติงาน รวมถึงผู้ปฏิบัติงานไม่เคยมีการดูแลรักษาเครื่องมืออุปกรณ์ที่ใช้ในการทำงาน ไม่มีการใช้ระบบระบายอากาศ

ในขณะที่ปฏิบัติงาน และไม่มีการดูแลรักษาความสะอาดในพื้นที่ปฏิบัติงาน ทำให้มีความเสี่ยงต่อการได้รับการสะสมของทองแดงเข้าสู่ร่างกายได้มาก โดยรวมแล้วผู้ปฏิบัติงานดังกล่าวมีพฤติกรรมที่ไม่ปลอดภัย ควรมีการปรับปรุงพฤติกรรมการทำงานและได้รับการอบรมด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัย ซึ่งสอดคล้องกับ Pornchai Wangjaisuk [4] ที่รายงานว่า พนักงานที่ได้รับการฝึกอบรมเรื่องความปลอดภัยต่างกัน มีผลต่อพฤติกรรมความปลอดภัยในการทำงานที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยพนักงานที่ได้รับการฝึกอบรมมีการแสดงพฤติกรรมความปลอดภัยมากกว่าพนักงานที่ไม่ได้รับการฝึกอบรม อย่างไรก็ตามกลุ่มตัวอย่างในครั้งนี้ซึ่งเป็นผู้ปฏิบัติงานผลิตชิ้นส่วนไม่เคยเข้ารับการอบรมด้านความปลอดภัยในการทำงาน

จากการเก็บตัวอย่างและวิเคราะห์หาค่าปริมาณความเข้มข้นของทองแดงในฝุ่นในบรรยากาศการทำงานพบว่า ปริมาณความเข้มข้นของทองแดงในฝุ่นในบรรยากาศการทำงานมากที่สุดในแผนกขัดเงาที่ 8 เท่ากับ 0.5996 mg/m^3 รองลงมาคือในแผนกเจียรที่ 3 เท่ากับ 0.4687 mg/m^3 และเมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานที่กำหนดของ NIOSH คือ 1 mg/m^3 พบว่า ปริมาณความเข้มข้นของทองแดงในฝุ่นไม่เกินค่ามาตรฐานกำหนด อย่างไรก็ตามการที่ปริมาณความเข้มข้นของทองแดงในแผนกขัดเงาที่ 8 มีค่ามากที่สุด เนื่องจากมีกำลังในการผลิตมากประกอบกับตำแหน่งที่ผู้ปฏิบัติงานทำงานอยู่ในตำแหน่งที่ลึกห่างไกลจากประตู หน้าต่าง และพัดลมดูดอากาศ ทำให้อากาศถ่ายเทไม่สะดวก จึงส่งผลให้แผนกดังกล่าวมีค่าความเข้มข้นของทองแดงในฝุ่นมากกว่าที่อื่น ส่วนตำแหน่งในแผนกเจียรที่ 3 ก็เช่นเดียวกัน ผู้ปฏิบัติงานอยู่ในตำแหน่งที่อากาศถ่ายเทไม่สะดวกเมื่อเปรียบเทียบกับตำแหน่งอื่น ๆ ซึ่งสอดคล้องกับ Poonsub Suanmeung Tulapan [5] ที่รายงานว่า การผลิตเครื่องทองลงหินผู้ปฏิบัติงานมีโอกาสได้รับความเสี่ยงจากฝุ่นผงโลหะจากกระบวนการผลิตได้ โดยเฉพาะทองแดงซึ่งเป็นส่วนประกอบหลักของผลิตภัณฑ์ อีกทั้งงานขัดเงาและงานเจียรเป็นงานที่ใช้ความร้อนสูงและมีการเสียดสีระหว่างผลิตภัณฑ์กับลูกขัด โอกาสเกิดการฟุ้งกระจายของฝุ่นทองแดงจึงสูงตามไปด้วย

สำหรับการประเมินการรับสัมผัสของพนักงานจากอัตราการหายใจเอาฝุ่นทองแดงเข้าไปต่อวันพบว่าในแผนกขัดเงาที่ 8 มีค่ามากกว่าตำแหน่งปฏิบัติงานอื่น ๆ คือเท่ากับ $0.1175 \text{ mg./Kg./day}$ รองลงมาคือแผนกเจียรที่ 3 เท่ากับ $0.0916 \text{ mg./Kg./day}$ ซึ่งเกินกว่าค่าอัตราการหายใจเอาฝุ่นทองแดงเข้าไปต่อวันที่กำหนด คือ $0.040 \text{ mg./Kg./day}$ และเมื่อนำมาคำนวณหาค่า HQ หรือค่าความเสี่ยงอันตรายต่อสุขภาพของพนักงานผู้ปฏิบัติงาน พบว่า พนักงานในแผนกขัดเงาที่ 8 มีค่า HQ มากกว่าพนักงานในตำแหน่งปฏิบัติงานอื่น ๆ คือเท่ากับ 2.9375 โดยค่า HQ ที่คำนวณได้นี้มีค่ามากกว่า 1 นั้นหมายถึงปริมาณทองแดงในฝุ่นที่ร่างกายได้รับโดยเฉลี่ยอยู่ในระดับไม่ปลอดภัยต่อสุขภาพ ซึ่งสอดคล้องกับ Anamai Thetkathuek [3] ที่รายงานว่า ค่าความเป็นพิษของทองแดงในฝุ่นจะส่งผลต่อสุขภาพได้ หากได้รับในปริมาณมากแต่ไม่เป็นสารที่ก่อมะเร็ง นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับ Xin Hua, et al. [6] และ Bureau of Environmental Health Department of Health [7] ที่รายงานว่า ปริมาณสารพิษที่ก่อให้เกิดอันตรายผ่านการสูดดมหรือทางเดินหายใจถึงแม้จะไม่ใช่อันตรายที่ก่อให้เกิดมะเร็ง แต่มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องมีการควบคุมคุณภาพอากาศให้อยู่ในสภาพที่ไม่เป็นอันตราย ซึ่งสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การสังเกตสิ่งผิดปกติจากหมอกควัน การปรับปรุงกระบวนการผลิตให้สามารถช่วยลดการเกิดสารมลพิษให้เหลือน้อยที่สุดหรือไม่มีเลย การติดตั้งอุปกรณ์ระบายอากาศ เป็นต้น

อย่างไรก็ตามผู้วิจัยได้เสนอแนะแนวทางการป้องกันให้กับผู้ปฏิบัติงานผลิตชิ้นและผู้ประกอบการทราบเกี่ยวกับการสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลโดยเฉพาะหน้ากากกรองอนุภาคฝุ่นละอองและพุ่มโลหะในขณะที่ปฏิบัติงาน เพื่อได้นำไปปรับปรุงกระบวนการทำงานให้มีความปลอดภัยมากยิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ Winifred Ka Yan Lau, et al. [8] ที่รายงานว่า การสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลประเภทอุปกรณ์ป้องกันระบบทางเดินหายใจ เช่น หน้ากากกรองอนุภาค เป็นต้น สามารถป้องกันให้ผู้สวมใส่ไม่หายใจเอาฝุ่นละอองพุ่มของโลหะหรือสารพิษที่ฟุ้งกระจายในอากาศ ที่จะส่งผลกระทบต่อโรคปอดจากการทำงานของผู้ที่รับสัมผัสได้ พร้อมทั้งแนะนำให้ผู้ปฏิบัติงานได้รับทราบเกี่ยวกับระยะเวลาในการปฏิบัติงานไม่ควรเกิน 8 ชั่วโมงต่อวันต่อคน โดยเฉพาะในวันทำงานที่มีกำลังการผลิตชิ้นมากกว่า 300 ชิ้นต่อวัน เนื่องจากมีโอกาสได้รับสัมผัสทองแดงในฝุ่นมาก โดยจะส่งผลกระทบต่อสุขภาพได้ รวมถึงการแนะนำให้มีการดำเนินการติดตั้งระบบระบายอากาศเฉพาะที่ให้กับผู้ปฏิบัติงานดังกล่าวเพื่อแก้ไขความเสี่ยงนี้ โดยสอดคล้องกับ Srirattana Vanichadisak and Chawalit Kittichaikarn [9] ที่รายงานว่า การติดตั้งระบบระบายอากาศเฉพาะที่สามารถช่วยลดการฟุ้งกระจายของอนุภาคฝุ่นได้ ซึ่งผู้ปฏิบัติงานและผู้ประกอบการให้การตอบรับในเชิงบวกต่อข้อเสนอแนะดังกล่าวและยินดีที่จะปรับปรุงพฤติกรรมการทำงาน

สำหรับการดำเนินงานวิจัยในครั้งต่อไป ผู้วิจัยจะดำเนินการติดตามและตรวจวัดปริมาณทองแดงในฝุ่นอีกครั้งเพื่อเฝ้าระวังความเสี่ยงดังกล่าว รวมถึงการจัดอบรมด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัยในการปฏิบัติงานให้ผู้ที่เกี่ยวข้องได้รับทราบเพื่อนำแนวทางไปปฏิบัติได้อย่างถูกต้องและเหมาะสมต่อไป

References

- [1] Preawphan Chumratsamee. (2012). A Study of Production Process and Transfer of Folk Wisdom on Bronze ware in Ban Bu Community, Bangkok. [Thesis]. Bangkok: Graduate School, Srinakharinwirot University. (in Thai)
- [2] U.S. Environmental Protection Agency. (1989). Risk Assessment Guidance for Superfund Volume I Human Health Evaluation Manual (Part A). Office of Emergency and Remedial Response. Washington, D.C.
- [3] Anamai Thetkathuek. (1999). Health Risk Assessment. Faculty of Tropical Medicine. Mahidol University. (in Thai)
- [4] Pornchai Wangjaisuk. (2005). A Study on Factors Affecting Working Behavior of Workers in Aluminium Manufacturing Plant. [Thesis]. Bangkok: Graduate School, Kasetsart University. (in Thai)
- [5] Poonsub Suanmeung Tulapan. (2014). Health Problems Safety and Environmental Performance of the Production at Home in Thailand. Access (10 January 2014). Available (<http://www.homenetthailand.org/index.php/th/article-th-th-2/149-article2-th-th-2>)

- [6] Xin Hua, Yun Zhangb, Zhuhong Dingb, Tijian Wangc, Hongzhen Liana, Yuanyuan Sund and Jichun Wud. (2012). Bioaccessibility and Health Risk of Arsenic and Heavy Metals (Cd, Co, Cr, Cu, Ni, Pb, Zn and Mn) in TSP and PM2.5 in Nanjing, China. *Atmospheric Environment*. Vol. 57. pp. 146-152
- [7] Bureau of Environmental Health Department of Health. (2016). *Air Quality Control*. Access (22 January 2016). Available (https://web.ku.ac.th/schoolnet/snet6/envi4/c_air/c_air.htm)
- [8] Winifred Ka Yan Lau, Peng Liang, Yu Bon Man, Shan Shan Chung and Ming Hung Wong. (2014). Human Health Risk Assessment Based on Trace Metals in Suspended Air Particulates, Surface Dust, and Floor Dust from E-Waste Recycling Workshops in Hong Kong, China. *Environmental Science and Pollution Research*. Vol. 21. No. 5. pp. 3813-3825
- [9] Srirattana Vanichadisak and Chawalit Kittichaikarn. (2009). Design of Ventilation Systems in Chemical Factories a Case Study : Ventilation Systems in PL-Z Rooms. *Kasetsart Engineering Journal*. Vol. 69. No. 22. pp. 70-79. (in Thai)