การศึกษาการรับสัมผัสมลพิษทางอากาศของพนักงานในโรงงานเตาเผามูลฝอย กรณีศึกษา จังหวัดภูเก็ตและจังหวัดสงขลา

นัฐพล ศิริหล้า สุกานดา พัดพาดี วาสนา ลุนสำโรง

กองประเมินผลกระทบต่อสุขภาพ กรมอนามัย

การศึกษาการรับสัมผัสมลพิษทางอากาศของพนักงาน ในโรงงานเตาเผามูลฝอย กรณีศึกษา จังหวัดภูเก็ตและจังหวัดสงขลา

โดย

นายนัฐพล ศิริหล้า

นางสุกานดา พัดพาดี

นางสาววาสนา ลุนสำโรง

กองประเมินผลกระทบต่อสุขภาพ กรมอนามัย

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาครั้งนี้สำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์ด้วยความร่วมมือเป็นอย่างดีจากโรงงานเตาเผามูลฝอยแห่งหนึ่งในจังหวัดภูเก็ตและจังหวัดสงขลาที่ให้ความอนุเคราะห์เป็นพื้นที่ศึกษา รวมทั้งการประสานงานและอำนวยความสะดวกเจ้าหน้าที่และพนักงานสำหรับการเก็บตัวอย่างปัสสาวะและตอบแบบสอบถาม

ขอขอบคุณสำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม กรมควบคุมโรค ที่สนับสนุนห้องปฏิบัติการในการตรวจวิเคราะห์สารบ่งชี้โลหะหนักและสารอินทรีย์ระเหยง่ายในปัสสาวะ

ขอขอบคุณสำนักงานสาธารณสุขจังหวัดภูเก็ต สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดสงขลา ศูนย์อนามัยที่ 11 นครศรีธรรมราช และศูนย์อนามัยที่ 12 ยะลา ที่ให้การสนับสนุนและประสานงานอย่างดีในพื้นที่

นอกจากนี้ ทีมผู้ศึกษาวิจัยขอขอบคุณเจ้าหน้าที่กองประเมินผลกระทบต่อสุขภาพ กรมอนามัย ทุกท่านที่ช่วยเหลือ ประสานงาน ร่วมลงพื้นที่เก็บรวบรวมข้อมูล และให้ความช่วยเหลือต่าง ๆ จนกระทั่งผลการศึกษาครั้งนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

คณะผู้วิจัย

บทคัดย่อ

การศึกษานี้เป็นการศึกษาภาคตัดขวาง วัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาระดับความเข้มข้นของโลหะหนักและสารอินทรีย์ระเหยง่ายในปัสสาวะ 2) ศึกษาพฤติกรรมส่วนบุคคลและพฤติกรรมการปฏิบัติงานของพนักงาน และ 3) วิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อความเข้มข้นของโลหะหนักและสารอินทรีย์ระเหยง่ายในปัสสาวะของพนักงาน พื้นที่ศึกษา คือ โรงงานเตาเผามูลฝอยแห่งหนึ่งในพื้นที่จังหวัดภูเก็ตและจังหวัดสงขลา ประชากรที่ศึกษา คือ พนักงานที่ปฏิบัติงานในโรงงานเตาเผามูลฝอยในแผนกป้อนเชื้อเพลิง แผนกควบคุมการเผาไหม้ และแผนกสำนักงาน โดยต้องทำงานในตำแหน่งดังกล่าวอย่างน้อย 6 เดือน ซึ่งมีพนักงานที่เข้าเกณฑ์และยินดีเข้าร่วมการศึกษา จำนวน 60 คน แบ่งเป็น จังหวัดภูเก็ต 30 คน และจังหวัดสงขลา 30 คน รวบรวมข้อมูลโดยการเก็บตัวอย่างปรอท, แคดเมียม, t,t-Muconic acid, Hippuric acid, Methyl Hippuric acid และ Mandelic acid ในปัสสาวะ และการสอบถามพฤติกรรมส่วนบุคคลและพฤติกรรมการปฏิบัติงานของพนักงาน นำมาวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อความเข้มข้นของโลหะหนักและสารอินทรีย์ระเหยง่ายในปัสสาวะ โดยใช้สถิตินอนพาราเมตริกด้วย Kruskal-Wallis test และ Mann-Whitney U test ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 ผลการศึกษาพบว่า จังหวัดภูเก็ต มีค่าความเข้มข้นของ Mandelic acid ในปัสสาวะเกินเกณฑ์มาตรฐาน จำนวน 2 คน ได้แก่ แผนกห้องควบคุมการเผาไหม้ 1 คน (840.618 mg/g creatinine) และแผนกสำนักงาน 1 คน (1,111.509 mg/g creatinine) และจังหวัดสงขลา มีค่าความเข้มข้นของ t,t-Muconic acid ในปัสสาวะเกินเกณฑ์มาตรฐาน จำนวน 1 คน คือ แผนกห้องควบคุมการเผาไหม้ (1,353 mg/g creatinine) ทั้งสองพื้นที่มีพฤติกรรมส่วนบุคคลและพฤติกรรมการปฏิบัติงานที่เหมือนกัน คือ พนักงานส่วนใหญ่ไม่สูบบุหรี่ ระยะเวลาปฏิบัติงาน 8 ชั่วโมงต่อวัน และใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลโดยการสวมหน้ากากแบบหมอปิดทั้งปากและจมูกในขณะปฏิบัติงาน แต่ยังมีพฤติกรรมเสี่ยงที่อาจได้รับสัมผัสมลพิษทางอากาศจากการปฏิบัติงาน คือ สวมหน้ากากบางครั้งและสวมหน้ากากน้อยกว่าครึ่งหนึ่งของเวลาทำงาน นอกจากนี้พบว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อความเข้มข้นของโลหะหนักและสารอินทรีย์ระเหยง่ายในปัสสาวะของพนักงาน คือ ลักษณะงานมีผลต่อความเข้มข้นของ Hippuric acid ในปัสสาวะ การสวมหน้ากากมีผลต่อความเข้มข้นของปรอทในปัสสาวะ และระยะเวลาสวมหน้ากากมีผลต่อความเข้มข้นของปรอท และ t,t-Muconic acid ในปัสสาวะ ซึ่งสอดคล้องกับพฤติกรรมเสี่ยงที่พบ ดังนั้น ควรกำหนดเป็นมาตรการในการเฝ้าระวังผลกระทบต่อสุขภาพของพนักงาน และแนวทางควบคุมกำกับการประกอบกิจการรับทำการกำจัดมูลฝอยทั่วไปด้วยวิธีการเผาในเตาเผาภายใต้พระราชบัญญัติการสาธารณสุข พ.ศ. 2535 ต่อไป

คำสำคัญ: เตาเผามูลฝอย, สารอินทรีย์ระเหยง่าย, โลหะหนัก, พนักงาน

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อ	ข
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมา	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 นิยามศัพท์เฉพาะในการศึกษานี้	2
1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.5 กรอบแนวคิด	3
บทที่ 2 ทบทวนวรรณกรรม	4
2.1 สถานการณ์เตาเผามูลฝอย	4
2.2 มลพิษและผลกระทบต่อสุขภาพ	8
2.3 พฤติกรรมความปลอดภัยในการทำงาน	18
2.4 ค่ามาตรฐานตัวบ่งชี้ทางชีวภาพ	20
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	21
บทที่ 3 วิธีการศึกษา	24
3.1 การออกแบบการศึกษา	24
3.2 พื้นที่ศึกษา	24
3.3 ประชากรที่ศึกษา	24
3.4 เครื่องมือ วิธีการเก็บข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อมูล	24
3.5 จริยธรรมการวิจัย	26
บทที่ 4 ผลการศึกษา	27
4.1 ระดับความเข้มข้นของโลหะหนักและสารอินทรีย์ระเหยง่ายในปัสสาวะของพนักงานในโรงงานเตาเผามูลฝอย	27
4.2 พฤติกรรมส่วนบุคคลและพฤติกรรมการปฏิบัติงานของพนักงานในโรงงานเตาเผามูลฝอย	31
4.3 การวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อความเข้มข้นของโลหะหนักและสารอินทรีย์ระเหยง่ายในปัสสาวะของพนักงานในโรงงานเตาเผามูลฝอย	34
บทที่ 5 สรุปผลการศึกษาและอภิปรายผล	50
เอกสารอ้างอิง	52

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ภาคผนวก	59
ก. ใบรับรองโครงการวิจัย	60
ข. ใบยินยอมเข้าร่วมการศึกษา	61
ค. การเก็บตัวอย่างปัสสาวะพนักงาน	62
ง. แบบสอบถามพฤติกรรมส่วนบุคคลและพฤติกรรมการปฏิบัติงานของพนักงาน	63
จ. การสอบถามพฤติกรรมส่วนบุคคลและพฤติกรรมการปฏิบัติงานของพนักงาน	66

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความเป็นมา

การขยายตัวของชุมชนส่งผลให้ปริมาณขยะมูลฝอยชุมชนเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว จากสถานการณ์ขยะมูลฝอยของประเทศไทย ปี 2556-2558 มีปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้น 26.77, 26.17 และ 26.85 ล้านตัน ตามลำดับ พบว่ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยที่ปริมาณขยะดังกล่าวได้รับการจัดการอย่างถูกต้องเพียง 8.34 ล้านตัน ที่เหลือเป็นการกำจัดขยะมูลฝอยที่ไม่ถูกต้องตามหลักวิชาการ ซึ่งสามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์ได้เพียง 4.94 ล้านตัน (กรมควบคุมมลพิษ, 2558) องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นเป็นหน่วยงานหลักที่มีหน้าที่ในการบริหารจัดการขยะมูลฝอยชุมชนของประเทศ ซึ่งรูปแบบการจัดการขยะในปัจจุบัน ส่วนใหญ่ใช้วิธีการเทกองและการฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาล ซึ่งปัญหาที่ตามมา คือ สถานที่กำจัดขยะที่ถูกต้องตามหลักวิชาการมีจำนวนไม่เพียงพอต่อปริมาณขยะที่เกิดขึ้น ทำให้มีขยะตกค้างและไม่ได้รับการจัดการอย่างถูกวิธี ส่งผลกระทบต่อคุณภาพสิ่งแวดล้อม เช่น ปัญหากลิ่นเหม็น น้ำเสีย มลพิษจากน้ำชะขยะปนเปื้อนออกสู่แหล่งน้ำและสิ่งแวดล้อม ไปจนถึงมลพิษทางอากาศจากการเผาขยะมูลฝอยในที่โล่งหรือไฟไหม้ และส่งผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของประชาชน จึงกำหนดให้เป็นวาระเร่งด่วนในการแก้ไขปัญหา ได้มีการจัดทำแผนพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานทางเลือก โดยมีมาตรการสำคัญ คือ ส่งเสริมการใช้พลังงานสะอาดและพัฒนาพลังงานทางเลือก สนับสนุนและสร้างมาตรการจูงใจเพื่อให้นโยบายการแปรรูปขยะมูลฝอยเป็นพลังงาน (กรมควบคุมมลพิษ, 2557) ทำให้บางพื้นที่ได้นำวิธีการกำจัดขยะด้วยเตาเผาไปใช้ ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่มีประสิทธิภาพและมีการส่งเสริมให้นำมาใช้แทนการฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาล แต่หากไม่มีการคัดแยกขยะก่อนเผาและไม่มีการดูแลตรวจสอบระบบที่ดี จะทำให้ประสิทธิภาพของเตาเผามูลฝอยลดลงและมีโอกาสเกิดการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ ก่อให้เกิดสารประกอบอินทรีย์ สารโลหะหนัก และสารก่อมะเร็งหลายชนิดที่เป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อมและสุขภาพ จากข้อมูลที่สรุป 15 ประเทศ แสดงให้เห็นว่า ในปี 1995 ประมาณร้อยละ 50 ของไดออกซินที่ระบายเข้าไปในอากาศเกิดจากการเผา (Fiedler H., 1999) ซึ่งการเผาขยะชุมชนถูกระบุว่าเป็นแหล่งปล่อยสารไดออกซินออกสู่อากาศในสัดส่วนที่สูงที่สุดเมื่อเทียบกับเตาเผาประเภทอื่น (Ruth E. et al., 1998) รวมถึงส่งกลิ่นเหม็นรบกวนพื้นที่ชุมชนและประชาชนที่อาศัยโดยรอบ นอกจากนี้พนักงานที่ปฏิบัติงานในโรงงานถือเป็นกลุ่มเสี่ยงที่มีโอกาสได้รับผลกระทบเช่นกันเนื่องจากอยู่ใกล้ชิดกับแหล่งกำเนิดมลพิษ จากข้อมูลการศึกษาสารไดออกซินในเลือดของ 94 คนงานที่ทำงานในโรงงานกำจัดมูลฝอยที่ใช้เตาเผาในประเทศญี่ปุ่น โดยพบมากกว่า 3.7 เท่า เมื่อเปรียบเทียบกับผู้ที่อาศัยใกล้เคียงแต่ไม่ได้ทำงานในโรงงานกำจัดมูลฝอยนั้น (Kitamura et al, 2000) ปัจจุบันมีเตาเผามูลฝอยที่ได้รับอนุญาตให้ผลิตกระแสไฟฟ้า จำนวน 9 แห่ง ซึ่งคาดว่าจะมีจำนวนเพิ่มขึ้นในอนาคต (สำนักงานคณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน, 2559) ดังนั้น เพื่อเป็นการพัฒนาองค์ความรู้ด้านการประเมินผลกระทบต่อสุขภาพสนับสนุนการดำเนินงานภายใต้พระราชบัญญัติการสาธารณสุข พ.ศ. 2535 ผู้ทำการศึกษาจึงเห็นว่าการศึกษาการรับสัมผัสมลพิษทางอากาศของพนักงานในโรงงานเตาเผามูลฝอย กรณีศึกษาจังหวัดภูเก็ตและจังหวัดสงขลา จะเป็นข้อมูลสำหรับการกำหนดมาตรการในการเฝ้าระวังผลกระทบต่อสุขภาพของพนักงาน และแนวทางควบคุมกำกับการประกอบกิจการรับทำการกำจัดมูลฝอยทั่วไปด้วยวิธีการเผาในเตาเผาต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาระดับความเข้มข้นของโลหะหนักและสารอินทรีย์ระเหยง่ายในปัสสาวะของพนักงานในโรงงานเตาเผามูลฝอย
2. เพื่อศึกษาพฤติกรรมส่วนบุคคลและพฤติกรรมการปฏิบัติงานของพนักงานในโรงงานเตาเผามูลฝอย
3. เพื่อวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อความเข้มข้นของโลหะหนักและสารอินทรีย์ระเหยง่ายในปัสสาวะ ของพนักงานในโรงงานเตาเผามูลฝอย

1.3 นิยามศัพท์เฉพาะในการศึกษานี้

มลพิษทางอากาศ หมายถึง ก๊าซเสีย รวมถึงของเสียที่ปล่อยออกมาจากกระบวนการเผาของเตาเผามูลฝอย โดยในการศึกษานี้ คือ สารโลหะหนัก ได้แก่ ปรอท (Hg) แคดเมียม (Cd) และสารอินทรีย์ระเหยง่าย ได้แก่ เบนซีน (Benzene) โทลูอีน (Toluene) ไซลีน (Xylene) และ สไตรีน (Styrene)

เตาเผามูลฝอย หมายถึง การจัดการมูลฝอยชุมชนโดยวิธีการเผาของเทศบาลที่มอบหมายให้บริษัทเอกชนรับไปดำเนินการตามพระราชบัญญัติการสาธารณสุข พ.ศ. 2535 ในการศึกษานี้เป็นเตาเผามูลฝอยที่เทศบาลมอบหมายให้เอกชนดำเนินการเพื่อผลิตเป็นกระแสไฟฟ้า

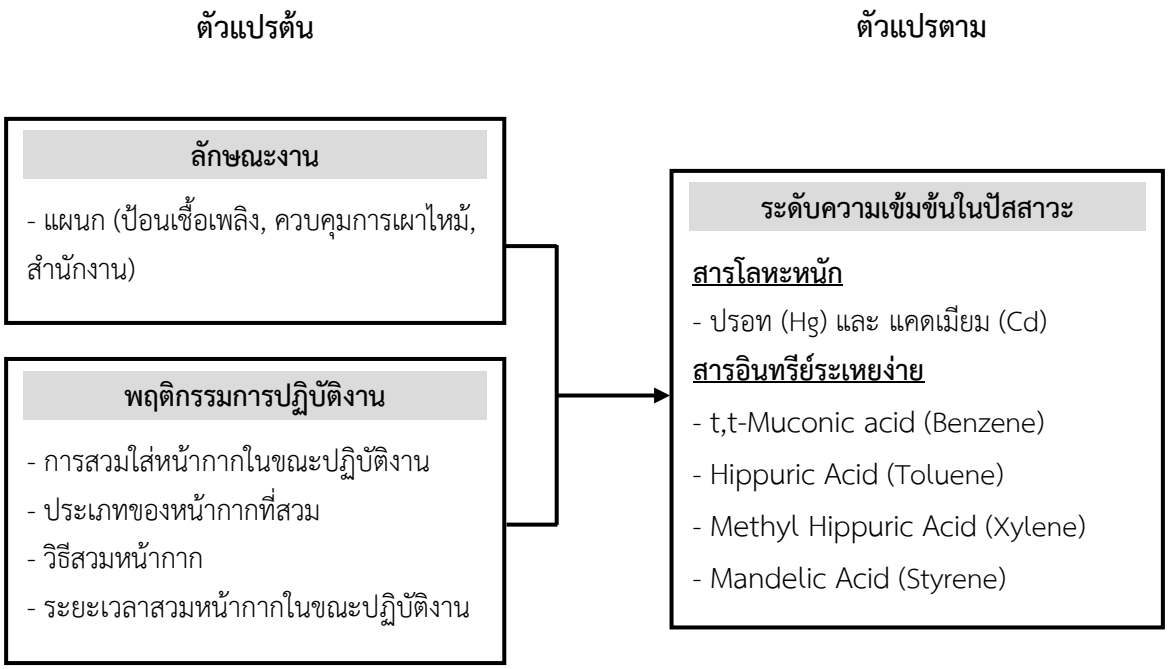
การรับสัมผัส หมายถึง การรับสัมผัสมลพิษทางอากาศทางการหายใจ โดยวิเคราะห์จากความเข้มข้นของโลหะหนัก ได้แก่ ปรอท แคดเมียม และสารอินทรีย์ระเหยง่าย ได้แก่ t,t-Muconic acid บ่งชี้การรับสัมผัสเบนซีน Hippuric Acid บ่งชี้การรับสัมผัสโทลูอีน Methyl Hippuric Acid บ่งชี้การรับสัมผัสไซลีน และ Mandelic Acid บ่งชี้การรับสัมผัสสไตรีน ในปัสสาวะของพนักงานในโรงงานเตาเผามูลฝอย

พฤติกรรมการปฏิบัติงาน หมายถึง พฤติกรรมที่เกี่ยวข้องกับการรับสัมผัสมลพิษทางอากาศจากการปฏิบัติงาน ได้แก่ ลักษณะงาน การสวมหน้ากากในขณะปฏิบัติงาน ประเภทของหน้ากาก วิธีสวมหน้ากาก และระยะเวลาสวมหน้ากากในขณะปฏิบัติงาน

1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบระดับความเข้มข้นของโลหะหนักและสารอินทรีย์ระเหยง่ายในปัสสาวะ
2. ทราบพฤติกรรมส่วนบุคคลและพฤติกรรมการปฏิบัติงานของพนักงานในโรงงานเตาเผามูลฝอย
3. ทราบปัจจัยที่ส่งผลต่อระดับความเข้มข้นของโลหะหนักและสารอินทรีย์ระเหยง่ายในปัสสาวะ ของพนักงานในโรงงานเตาเผามูลฝอย

1.5 กรอบแนวคิด



บทที่ 2 ทบทวนวรรณกรรม

การทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ในการกำหนดกรอบแนวคิดการศึกษา และรวบรวม วิเคราะห์ สังเคราะห์ เพื่อศึกษาการรับสัมผัสมลพิษอากาศของพนักงานโรงงานเตาเผามูลฝอย ประกอบด้วย

1. สถานการณ์เตาเผามูลฝอยในประเทศไทย
2. มลพิษและผลกระทบต่อสุขภาพ
3. พฤติกรรมความปลอดภัยในการทำงาน
4. ค่ามาตรฐานตัวบ่งชี้ทางชีวภาพ
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

โดยมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

2.1 สถานการณ์เตาเผามูลฝอยในประเทศไทย

เตาเผามูลฝอยในประเทศไทยที่มีวัตถุประสงค์เพื่อกำจัดมูลฝอยทั้งที่เป็นมูลฝอยทั่วไป (ขยะชุมชน) มูลฝอยติดเชื้อ และขยะอุตสาหกรรม โดยรายงานสถานการณ์ขยะมูลฝอยของประเทศไทย ในปี พ.ศ. 2556 กรมควบคุมมลพิษ รายงานว่ามีสถานที่กำจัดมูลฝอยด้วยการใช้เตาเผารวมทั้งสิ้นประมาณ 55 แห่ง ในจำนวนนี้เป็นเตาเผาที่ไม่มีระบบกำจัดมลพิษทางอากาศถึง 45 แห่ง

ทั้งนี้ จากการเจริญเติบโตของชุมชนเมืองในประเทศไทย ส่งผลให้เกิดการเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วของปริมาณขยะมูลฝอยชุมชน ประกอบกับทิศทางการกำจัดขยะของประเทศมีแนวโน้มจะกำจัดด้วยเตาเผาขยะและการแปลงพลังงานความร้อนที่เกิดจากการเผาขยะไปเป็นเชื้อเพลิงผลิตกระแสไฟฟ้า ปัจจุบันจึงมีโรงไฟฟ้าเชื้อเพลิงขยะเกิดขึ้น โดยจากข้อมูลของสำนักงานคณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน (สกพ.) มีผู้ได้รับใบอนุญาตผลิตไฟฟ้าโดยใช้เทคโนโลยีการเผาไหม้หรือเตาเผาขยะ จำนวน 9 รายการ ดังนี้

ตารางที่ 2-1 รายชื่อเตาเผามูลฝอยในประเทศไทย

ที่	ชื่อสถานประกอบการ	ที่ตั้ง (จังหวัด)	เทคโนโลยี	กำลังผลิต (MW)	วันออกใบอนุญาต	วันที่เริ่มประกอบกิจการ
ภาคเหนือ						
1	บริษัท โรงไฟฟ้าแม่สอด จำกัด	ตาก	Incineration Direct Combustion	1	30 เม.ย. 2558	30 พ.ย. 2558
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ						
2	บริษัท อัลไลแอนซ์ คลีน เพาเวอร์ จำกัด	ขอนแก่น	Incineration Direct Combustion	6	21 ก.ย. 2559	
ภาคกลาง						
3	บริษัท ทีพีไอ โพลีน เพาเวอร์ จำกัด (มหาชน)	สระบุรี	Incineration Direct Combustion	60	26 พ.ย. 2554	

ที่	ชื่อสถานประกอบการ	ที่ตั้ง (จังหวัด)	เทคโนโลยี	กำลังผลิต (MW)	วันออกใบอนุญาต	วันที่เริ่มประกอบกิจการ
4	บริษัท ทีพีไอ โพลีน เพาเวอร์ จำกัด (มหาชน) (โครงการ 60 MW)	สระบุรี	Incineration Direct Combustion	60	18 มิ.ย. 2558	29 ก.ค. 2558
5	บริษัท ราชบุรี-อีอีพี รีนิว เอเบิ้ล เอนเนอจี้ จำกัด	สมุทรปราการ	Incineration Direct Combustion	9.9	17 มี.ค. 2560	30 มิ.ย. 2560
6	บริษัท ซีแอนด์จี เอ็นไว รอนเมนทอล โปรเท็คชั่น (ประเทศไทย) จำกัด	กรุงเทพมหานคร	Incineration Direct Combustion	9.8	3 ก.พ. 2559	15 มี.ค. 2559
ภาคใต้						
7	บริษัท จีเดค จำกัด	สงขลา	Incineration Direct Combustion	6.785	10 ม.ค. 2557	30 พ.ค. 2557
8	เทศบาลนครภูเก็ต (โรงงานเตาเผาขยะมูลฝอยจังหวัดภูเก็ต)	ภูเก็ต	Incineration Direct Combustion	2.5	25 มิ.ย. 2552	1 ก.ค. 2552
9	โครงการโรงเผามูลฝอยชุมชนและผลิตไฟฟ้าเทศบาลนครภูเก็ต	ภูเก็ต	Incineration Direct Combustion	12	27 มี.ค. 2555	

ที่มา : คณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน. รายชื่อผู้ได้รับใบอนุญาตผลิตไฟฟ้า. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก http://app04.erc.or.th/ELicense/Licenser/05_Reporting/504_ListLicensing_Columns_New.aspx?LicenseType=1 (วันที่ค้นข้อมูล : 15 มกราคม 2559).

เมื่อพิจารณารายชื่อเตาเผามูลฝอยที่ได้รับอนุญาตให้ผลิตกระแสไฟฟ้า พบว่า มีเตาเผามูลฝอยที่เทศบาลมอบหมายให้บริษัทเอกชนรับไปดำเนินการตามพระราชบัญญัติการสาธารณสุข พ.ศ. 2535 จำนวน 2 แห่ง คือ โรงงานเตาเผามูลฝอยจังหวัดภูเก็ตและจังหวัดสงขลา จึงได้คัดเลือกเป็นพื้นที่ศึกษา โดยมีข้อมูลสภาพแวดล้อมทั่วไป ความสามารถในการรองรับและการจัดการมูลฝอย รวมทั้งการจัดการด้านอนามัยสิ่งแวดล้อมของโรงงานเตาเผามูลฝอยทั้งสองแห่ง ดังนี้

ข้อมูลทั่วไปของเตาเผามูลฝอยจังหวัดภูเก็ต

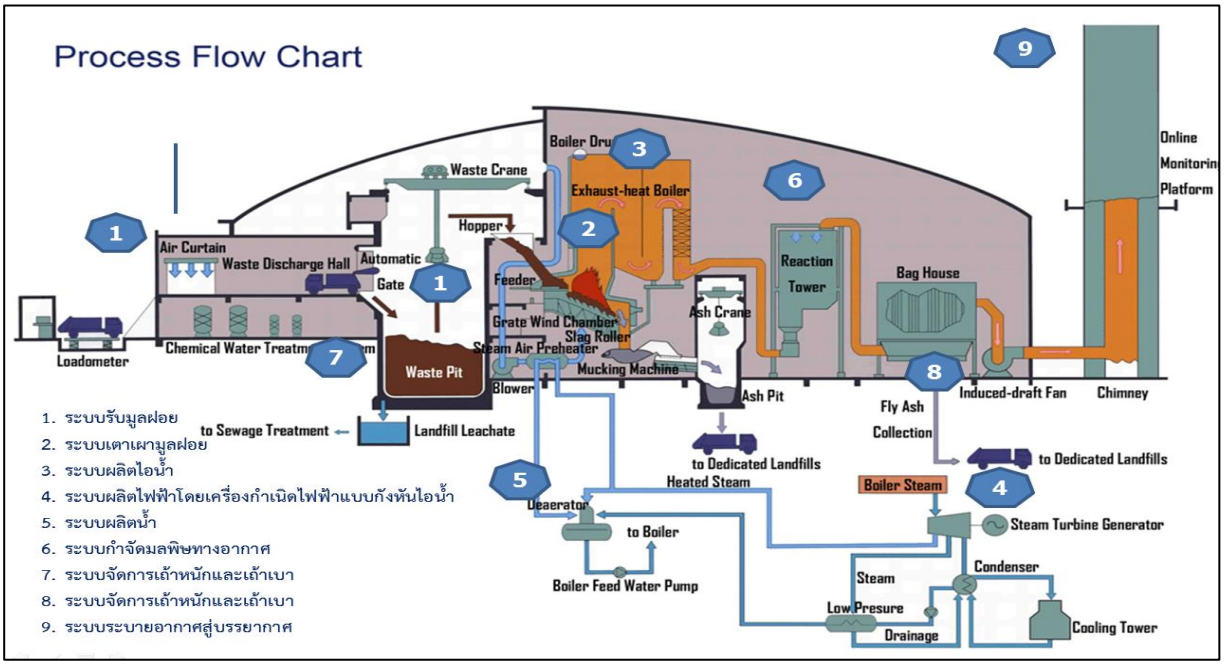
(1) ข้อมูลทั่วไป เตาเผามูลฝอยตั้งอยู่ในพื้นที่ศูนย์กำจัดมูลฝอย เทศบาลนครภูเก็ต ตำบลวิชิต อำเภอเมือง จังหวัดภูเก็ต พื้นที่รวม 300 ไร่ ประกอบด้วย สำนักงานกลุ่มงานสิ่งแวดล้อม เทศบาลนครภูเก็ต พื้นที่โรงเผามูลฝอยเดิม ขนาด 250 ตัน/วัน (46 ไร่) อาคารคัดแยกมูลฝอย (8 ไร่) พื้นที่ฝังกลบ (134 ไร่) พื้นที่บำบัดน้ำเสีย (33 ไร่) พื้นที่ส่วนที่เหลือเป็นพื้นที่ฉนวน (46 ไร่)

(2) ความสามารถในการรองรับมูลฝอย ได้ 600 ตัน/วัน กรณีที่เดินเครื่องเต็มกำลังการผลิตของเครื่องจักร สามารถผลิตไฟฟ้าได้สูงสุด 14 เมกะวัตต์ โดยมีพลังไฟฟ้าสำหรับการใช้งานภายในโครงการประมาณร้อยละ 20 ของปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตได้

(3) ลักษณะโครงสร้างอาคาร แบ่งลักษณะอาคารออกเป็น 2 รูปแบบ ได้แก่

I. อาคารลานเทและขนถ่ายมูลฝอย อาคารบ่อพักมูลฝอย เป็นอาคารปิด (Close system) และมีระบบรวบรวมอากาศภายในอาคารเข้าสู่เตาเผา เพื่อป้องกันมิให้กลิ่นจากมูลฝอยแพร่กระจายออกสู่ภายนอก

II. อาคารผลิตอื่นๆ มีโครงสร้างเป็นแบบกึ่งปิด (Semi-Outdoor type) เพื่อลดผลกระทบด้านเสียงจากเครื่องจักรได้ในระดับหนึ่ง



รูปภาพที่ 1 แสดงกระบวนการทำงานของเตาเผามูลฝอยจังหวัดภูเก็ต

(4) ระบบการจัดการมูลฝอย เทคโนโลยีที่ใช้เป็นระบบเตาเผาแบบตะกรับ (Stocker incineration) เริ่มต้นจากมูลฝอยถูกทำให้แห้ง เนื่องจากเกิดการระเหยของความชื้นที่มีอยู่ในมูลฝอย เกิดการระเหยของสารประกอบอินทรีย์ เมื่อมีออกซิเจนจะเกิดการติดไฟของสารระเหย ผลที่ได้คือ ก๊าซเผาไหม้ที่มีอุณหภูมิสูง ได้แก่ ไนโตรเจน ออกซิเจน และไอน้ำ รวมทั้งพลังงานความร้อนและองค์ประกอบที่ไม่เผาไหม้ ได้แก่ เถ้า ซึ่งประสิทธิภาพของเตาเผาขึ้นกับค่าความร้อน

เตาเผามีลักษณะเป็นขั้นบันได 2 ชั้น จำนวน 2 เตา แต่ละเตามีขนาด 300 ตัน/วัน อุปกรณ์เผาไหม้แบบแผงตะกรับ มีลักษณะเป็นตะแกรงไฟที่หล่อขึ้นมาให้มีช่องว่างจำนวนมาก เพื่อให้อากาศสำหรับการเผาไหม้ไหลผ่านพื้นที่รองรับเชื้อเพลิง

(5) ระบบอากาศในการเผามูลฝอย อากาศที่ใช้แบ่งเป็น2 ส่วน คือ

- Primary air เป็นอากาศที่ดูดมาจากส่วนบนของบ่อพักมูลฝอย ผ่านเครื่องอัดอากาศและระบบกรองฝุ่น จากนั้นผ่าน Stream heated air pre-heater เพื่ออุ่นอากาศให้มีอุณหภูมิ 200-250 องศาสเซลเซียส ก่อนส่งเข้าสู่เตาเผาด้านล่างผ่านช่องระหว่างแผ่นตะกรับ
- Secondary air เป็นอากาศที่ถูกดูดแยกออกมาจากด้านจ่ายของพัดลมอัดอากาศก่อนจะเข้า Stream heated air pre-heater จากนั้นจึงป้อนเข้าด้านบนของเตาเผาผ่านทางหัวฉีด ซึ่งอุณหภูมิจะอยู่ที่ 166 องศาเซลเซียส

(6) ปัญหาที่เคยเกิดขึ้น

การดำเนินโครงการที่ผ่านมา ได้พยายามปรับปรุงระบบการทำงานและกระบวนการต่าง ๆ อย่างต่อเนื่อง อย่างไรก็ตามมีการร้องเรียนจากประชาชนในประเด็น ดังนี้

- รถขนขยะมีน้ำเสียหกเลอะเทอะตามท้องถนน และรถขนขยะที่ขับเร็วเกินไป และปัญหาการต่อคิวของรถขนขยะบริเวณหน้าประตูทางเข้า
- กลิ่นเหม็นรบกวนและแมลงวันจากกองขยะบริเวณหลุมฝังกลบ
- การกำจัดฝุ่นและขี้เถ้าที่เกิดจากการดำเนินกิจกรรม

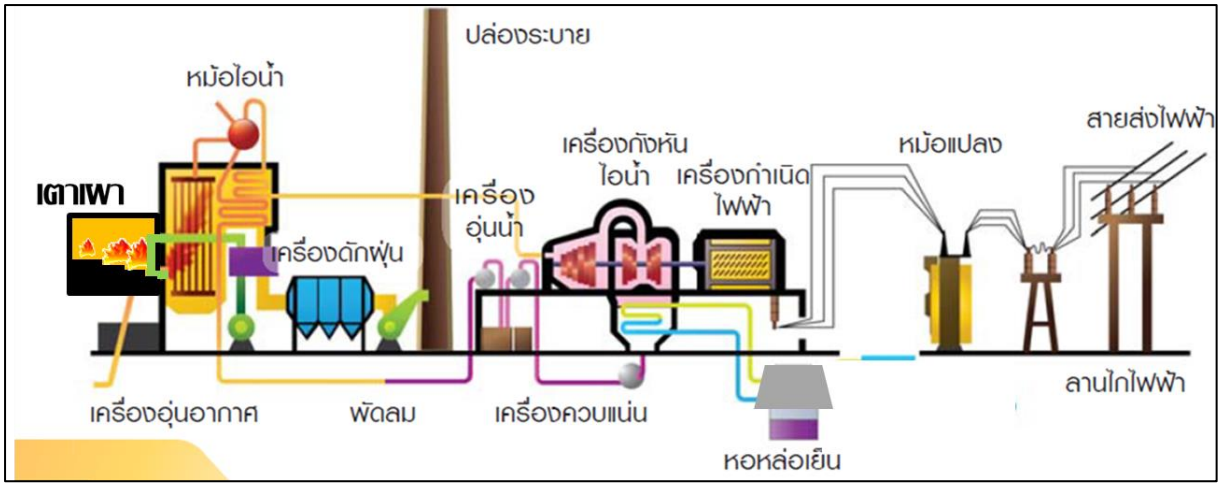
ข้อมูลทั่วไปของเตาเผามูลฝอยจังหวัดสงขลา

(1) ข้อมูลทั่วไป โรงไฟฟ้าพลังงานขยะเทศบาลนครหาดใหญ่ ตั้งอยู่ในพื้นที่ตำบลควนลัง อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา เนื้อที่รวม 10 ไร่ เป็นโรงไฟฟ้าพลังความร้อน ขนาด VSPP (Very Small Power Producer)

(2) ความสามารถในการองรับมูลฝอย สามารถรองรับได้ 250-300 ตัน/วัน ปริมาณพลังไฟฟ้าตามสัญญาซื้อขาย 6.5 เมกะวัตต์ และปริมาณพลังไฟฟ้าตามสัญญาซื้อขายไฟฟ้าตามสัดส่วนการถือหุ้น 3.25 เมกะวัตต์ โดยใช้เชื้อเพลิงเป็นขยะชุมชน

(3) ระบบการจัดการมูลฝอย ใช้เทคโนโลยี MSW Gasification ทำให้ขยะเป็นก๊าซโดยการทำปฏิกิริยาสันดาปแบบไม่สมบูรณ์ (Partial Combustion) โดยสารอินทรีย์ในขยะจะทำปฏิกิริยากับอากาศหรือออกซิเจนปริมาณจำกัด ทำให้เกิดก๊าซคาร์บอนมอนออกไซด์ ไฮโดรเจน และก๊าซเชื้อเพลิง ซึ่งนำไปผลิตไฟฟ้าหรือให้ความร้อนโดยตรงต่อไป

(4) ระบบกำจัดก๊าซเสีย ใช้ $NaHCO_3$ และ Activated carbon ในการดูดซับก๊าซเสียที่เกิดจากกระบวนการเผา



รูปภาพที่ 2 แสดงกระบวนการทำงานของเตาเผามูลฝอยจังหวัดสงขลา

2.2 มลพิษและผลกระทบต่อสุขภาพ

มลพิษและสิ่งคุกคามที่เกิดขึ้นจากเตาเผามูลฝอย ขึ้นอยู่กับคุณลักษณะของมูลฝอยที่นำเข้าเตาเผา การควบคุมอุณหภูมิที่ใช้ในการเผา และเทคโนโลยีที่ใช้ในการควบคุมมลพิษ ซึ่งสามารถแบ่งมลพิษและสิ่งคุกคามที่เกิดขึ้น ดังตารางที่ 2-2

ตารางที่ 2-2 มลพิษและสิ่งคุกคามที่เกิดขึ้นจากเตาเผามูลฝอย

กรดแก๊ส	โลหะหนัก	สารอินทรีย์	อื่น ๆ
- ไฮโดรเจนคลอไรด์ - ไฮโดรเจนฟลูออไรด์ - ซัลเฟอร์ออกไซด์ - ไนโตรเจนออกไซด์	- แคดเมียม (Cd) - สารหนู (As) - โครเมียม (Cr) - ทองแดง (Cu) - เบริลเลียม (Be) - ตะกั่ว (Pb) - สังกะสี (Zn) - นิเกิล (Ni) - ปรอท (Hg)	- Polychlorinated dibenzo-para-dioxin (PCDDs) - polychlorinated dibenzofurans (PCDFs) - Chlorobenzenes (CB) - Polychlorinated Biphenyls (PCBs) - Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs) - Chlorophenols (CP) - Volatile Organic Chemicals (VOCs)	- ฝุ่นละออง (PM10, PM2.5) - Total hydrocarbon - ขี้เถ้า - น้ำเสีย

ที่มา: Canadian council of Ministry of the Environment. Operating and Emission Guidelines for municipal solid waste incinerators, 1989.

จากการทบทวนข้อมูลและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า มลพิษและสิ่งคุกคามหลักที่เกิดขึ้นจากเตาเผามูลฝอย คือ มลพิษทางอากาศ ประกอบด้วย 1. สารประกอบอินทรีย์ ได้แก่ ไดออกซิน, Polychlorinated Biphenyls (PCBs), Chlorinated Benzenes, Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs) และ Volatile Organic Chemicals (VOCs) และ 2. สารโลหะหนัก ได้แก่ สารหนู, แคดเมียม, ปรอท, นิกเกิล, ตะกั่ว, ทองแดง, สังกะสี และโครเมียม ซึ่งมีรายละเอียดและผลกระทบต่อสุขภาพ ดังนี้

1. สารประกอบอินทรีย์ (Organic compounds)

1.1.1 ไดออกซิน (Dioxins) Polychlorinated dibenzo-p-dioxins (PCDDs) และ Polychlorinated dibenzofuran (PCDFs) เป็นกลุ่มของสารเคมีที่เรียกกันว่า Dioxins กลุ่มของ PCDD/Fs มีมากกว่า 200 ชนิด โดย 2,3,7,8-TCDD เป็นชนิดที่รู้จักกันดีและเป็นชนิดที่มีความเป็นพิษร้ายแรงมาก สารชนิดนี้เป็นสารเคมีที่รู้กันว่ามีพิษสูงสุดและเป็นสารก่อมะเร็งในมนุษย์ ไดออกซินเป็นสารพิษที่คงทนยาวนานในสิ่งแวดล้อม และสะสมในสิ่งมีชีวิต (bioaccumulative) ความเป็นพิษของไดออกซินและฟิวแรนแต่ละตัวจะผันแปรตามปริมาณของสารนั้น ไดออกซินเป็นผลพลอยได้ที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตและกระบวนการเผาไหม้ต่างๆ โดยเฉพาะมูลฝอยที่มีสาร Chlorine หรือสารเคมีที่ได้มาจาก Chlorine เป็นองค์ประกอบ ข้อมูลงานวิจัยได้แสดงว่า ขณะที่ไดออกซินถูกทำลายใน Combustion Zone ของเตาเผา สามารถจะเกิดใหม่ได้ใน Post-Combustion Zone โดยกระบวนการที่เกิดขึ้นจะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของเตาเผา (Blumenstock et al, 2000 Huang and Buekens, 1995 Fangmark et al, 1994) ในระหว่างปี 1980-1990 การเผาขยะชุมชนมักจะถูกระบุว่าเป็นแหล่งที่ปล่อยสารไดออกซินเข้าสู่บรรยากาศ เช่น Dutch government organization RIVM ได้ประมาณไว้ว่าในประเทศเนเธอร์แลนด์ปี 1991 มีการปล่อยไดออกซินจากการเผาขยะเข้าสู่บรรยากาศ 79% ในประเทศอังกฤษ ปี 1995 มีการปล่อยไดออกซินจากเตาเผาขยะชุมชนเข้าสู่บรรยากาศ 53-82% ส่วนในประเทศสหรัฐอเมริกามีการปล่อยไดออกซินจากเตาเผา 37% (Pastorelli et al,1999)

ข้อมูลที่สรุปจาก 15 ประเทศ แสดงให้เห็นว่า ในปี 1995 ประมาณ 50% ของไดออกซินที่ระบายเข้าไปในอากาศเกิดจากการเผา (Fiedler, 1999) การเผาขยะชุมชนถูกระบุว่าเป็นแหล่งปล่อยสารไดออกซินออกสู่อากาศในสัดส่วนที่สูงที่สุดเมื่อเทียบกับเตาเผาประเภทอื่น (Alcock et al, 1998) ข้อมูลจากบัญชีรายการทั่วโลกของ 15 ประเทศ Fiedler (1999) ให้ข้อสังเกตว่าการเผาทุกประเภทในปี 1995 เป็นแหล่งปล่อยไดออกซินที่สำคัญในหลายประเทศ ซึ่งรวมถึงเตาเผาขยะชุมชน (MSW incinerators) เตาเผาขยะอันตราย (hazardous waste incinerator) เตาเผาตะกอนน้ำเสียชุมชน (sewage sludge incinerators) เตาเผาเศษไม้ (waste wood incinerators) และเตาเผาศพ (crematoria)

<u>ผลกระทบต่อสุขภาพ</u>

พิษเฉียบพลัน ความเป็นพิษต่อสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม (หนูและกระต่าย) ไม่ทำให้เกิดอาการพิษหรือตายอย่างทันที แต่จะค่อยเพิ่มความรุนแรงจนถึงตายได้ อาการเฉียบพลันที่ปรากฏ คือ ทำให้เกิดโรคผิวหนังที่เรียกว่า Chloraone โดยมีรายงานการเกิดอาการนี้ในคนที่ได้รับการปนเปื้อนสารไดออกซินที่อิตาลี ไต้หวัน และญี่ปุ่น

พิษเรื้อรัง ทำให้น้ำหนักตัวลดลง เกิดความผิดปกติที่ตับ และเกิดอาการโรคผิวหนังอักเสบ

สถาบันวิจัยมะเร็งระหว่างชาติได้จัดให้สารไดออกซิน/ฟิวแรน เป็นสารก่อมะเร็งในมนุษย์ จากการที่มีข้อมูลทางระบาดวิทยายืนยัน และจากการศึกษาระยะยาวในสัตว์ทดลองพบว่า สารนี้ทำให้เกิดมะเร็งหรือ เนื้องอกในอวัยวะต่างๆของหนู โดยเฉพาะอย่างยิ่งในตับ และยังพบว่าสารนี้ทำให้เกิดเป็นเนื้องอกในอวัยวะต่าง ๆ ของหนูได้ เช่น ลิ้นแผ่นกั้นช่องจมูกเพดานปากส่วนแข็ง ต่อมไทรอยด์ ชั้นนอกของต่อมหมวกไต ชั้นใต้ผิวหนัง และปอดโดยต่อมไทรอยด์เป็นตำแหน่งไวที่สุดที่ทำให้เกิดมะเร็งในหนู อย่างไรก็ตาม การศึกษากลไกของการเกิดมะเร็งพบว่า สารไดออกซิน/ฟิวแรน ไม่ใช่สารก่อเซลล์มะเร็งโดยตรง (tumor initiator) หรือถ้าเป็นก็มีฤทธิ์เพียงเล็กน้อยเท่านั้นแต่เป็นสารสนับสนุนการเกิดมะเร็ง (tumor promotor) ที่มีความรุนแรงมากที่สุด

ความเป็นพิษต่อระบบประสาท มีรายงานว่าเกิดโรคระบบประสาทในคนงานที่ได้รับสารนี้จากการหกรดหรือปนเปื้อนในอุตสาหกรรม โดยมีอาการกล้ามเนื้อมือเสื่อม ไม่มีกำลัง มีการแสดงอาการโรคประสาท เช่น การสูญเสียความรับรู้บนเส้นประสาทปลายมือ และปลายเท้าอ่อนเพลีย เป็นต้น สำหรับหนูทดลองพบว่า ขาหน้าไม่มีแรงในการจับยึดเดินหมุนเป็นวง ไม่สามารถไต่กรงได้และความรับรู้ผิดปกติ

ความเป็นพิษต่อภูมิคุ้มกัน การศึกษาทางระบาดวิทยาของคนพบว่า มีการเปลี่ยนแปลงของระดับภูมิคุ้มกันบางชนิดในบางกลุ่มคนที่ได้รับสารไดออกซินจากอุบัติการณ์การปนเปื้อน เช่น ที่อิตาลี และที่รัฐมิสซูรี่ สหรัฐอเมริกา

ความผิดปกติต่อการสืบพันธุ์ มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงระดับฮอร์โมนในกระแสเลือดซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของสัตว์ทดลองและปริมาณของสาร ทำให้เกิดความผิดปกติของระบบสืบพันธุ์ของสัตว์เพศผู้และเพศเมีย ลักษณะทั่วไปในเพศเมียคือ การผสมติดของสัตว์ลดลงหรือไม่สามารตั้งท้องได้จนครบกำหนด จำนวนลูกต่อครอกลดลง การทำงานของรังไข่ผิดปกติหรือไม่ทำงาน วงจรของระดูหรือการเป็นสัดผิดปกติ และมีเนื้อเยื่อบุมดลูกเจริญเติบโตภายนอกมดลูก

ความผิดปกติในทารก จากการศึกษาสัตว์ทดลองตัวเมียและผลการศึกษาทางระบาดวิทยาของคนที่ประเทศญี่ปุ่นและไต้หวัน พบว่า สารนี้มีความเป็นพิษต่อการพัฒนาตัวอ่อนหรือทารก ซึ่งมีผลกระทบ 3 รูปแบบ คือ 1) ทำให้ตัวอ่อน/ทารกผิดปกติและตายก่อนครบกำหนด 2) ทำให้ทารกมีโครงสร้างผิดปกติ และ 3) ทำให้การทำงานของอวัยวะและเนื้อเยื่อบางชนิดผิดปกติ

1.1.2 Polychlorinated Biphenyls (PCBs) สารกลุ่ม PCBs เป็นสารประกอบอินทรีย์ไฮโดรคาร์บอนที่มีคลอรีนเป็นองค์ประกอบ (chlorinated hydrocarbon) มีโครงสร้างโมเลกุลที่แตกต่างกันถึง 209 โครงสร้าง ประมาณครึ่งหนึ่งได้พบในสิ่งแวดล้อม PCBs เป็นสารที่คงทนยาวนาน มีพิษและสะสมในสิ่งมีชีวิตคล้าย ๆ กับไดออกซิน อาจสะสมในไขมันของสัตว์และมนุษย์ จากการศึกษาเตาเผาขยะชุมชนในประเทศญี่ปุ่น ในปี 1992 พบว่าการระบายของสาร PCBs มีค่าเฉลี่ย (1.46 ng TEQ/m^3) มีค่าสูงกว่าค่าแนะนำ (0.5 ng TEQ/Nm^3) การศึกษาได้สรุปว่าเตาเผาขยะเป็นแหล่งกำเนิดของ PCB ที่ปนเปื้อนในมนุษย์ อาหาร และสิ่งแวดล้อม (Miyata et al, 1994)

ผลกระทบต่อสุขภาพ

ความเป็นพิษของสาร PCBs ในคน เช่น การระคายเคืองต่อตา อาการเซื่องซึม ปวดศีรษะ เจ็บคอ ผิวหนังและเล็บคล้ำ ผิวหนังหนาและหยาบกร้าน โดยทั่วไปการเปลี่ยนแปลง ของผิวหนังจะเกิดบริเวณใบหน้า ลำคอ และลำตัวท่อนบน ในรายที่เป็นมากจะเป็นทั่วร่างกาย นอกจากนี้อาจเกิดฝีหรือตุ่มเล็กๆ เรียกว่า “Chloracne” สำหรับเด็กที่เกิดจากมารดามารดาที่ได้รับสาร PCBs จะมีน้ำหนักน้อยและเม็ดสีในร่างกายผิดปกติ

นอกจากนี้ จากการทดลองในสัตว์พบว่า สาร PCBs ไม่ก่อให้เกิดความเป็นพิษแบบเฉียบพลัน แต่อาการจะเกิดขึ้นเมื่อรับเข้าไปสะสมไว้นาน อาการที่เกิดขึ้น อาทิน้ำหนักลด ตับโต ก่อให้เกิดมะเร็งในตับของหนูเมื่อหนูได้รับสารทางการกินวันละ 4.3-11.6 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม เป็นเวลา 21 เดือน

1.1.3 Chlorinated Benzenes ที่เกิดขึ้นในเตาเผาอยู่ในรูปของ chlorinated phenols (Wikstrom et al,1999) สารเคมีเหล่านี้ถูกปล่อยในรูปของก๊าซที่ออกจากปล่องเตาเผา (Wilken et al, 1993) การเกิด hexachlorobenzene (HCB) ที่ซึ่งเป็นสารที่คงทนยาวนาน เป็นพิษ และสะสมในสิ่งมีชีวิต สารนี้เป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำ พืช สัตว์และมนุษย์ ถูกใช้ในการผลิตยาฆ่าแมลงและวัชพืชกันอย่างแพร่หลาย

ผลกระทบต่อสุขภาพ

IARC ได้จัดสารตัวนี้ไว้ในกลุ่ม 2B Carcinogen นั่นคือ อาจทำให้เกิดโรคมะเร็งในมนุษย์และเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดเนื้องอก HCB อาจเป็นอันตรายต่อการพัฒนาการของทารกในครรภ์ ตับ ระบบภูมิคุ้มกัน ไทรอยด์ ไต และ CNS โดยตับและระบบประสาทเป็นอวัยวะที่ไวที่สุดในการเกิดผลกระทบ (ATSDR 1997, Newhook และ Meek, 1994)

1.1.4 Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs) สารเหล่านี้เป็นกลุ่มของสารประกอบที่เป็นผลพลอยได้ที่เกิดจากการเผาไหม้สารประกอบอินทรีย์ที่ไม่สมบูรณ์ สารเหล่านี้บางตัวเป็นสารที่คงทนยาวนาน เป็นพิษและสะสมในสิ่งมีชีวิต บางตัวเป็นสารก่อมะเร็ง PAHs จะถูกปล่อยจากปล่องของเตาเผาในรูปของก๊าซ (Yasuda และ Takahashi, 1998 Magagni et al, 1991) ส่วนประกอบของขยะ อุณหภูมิ และปริมาตรอากาศส่วนเกินในการเผาไหม้ระหว่างกระบวนการเผาจะเป็นตัวกำหนดปริมาณของ PAHs ที่ปล่อยออกจากเตาเผา สาร PAHs จะถูกปล่อยเข้าสู่อากาศในปริมาณสูงในช่วงที่เตาเผาเริ่มเดินเครื่อง (Yasuda และ Takahashi et al,1998) การตรวจวัดปล่อยสาร PAH จากเตาเผาพบว่า มีค่า 0.02-12 mg/Nm3 (Marty, 1993)

ผลกระทบต่อสุขภาพ

PAHs เป็นสารที่มีความเป็นพิษเฉียบพลันต่ำในมนุษย์ การได้รับแบบเรื้อรังอาจทำให้เกิดความเป็นพิษต่อระบบต่าง ๆ ของร่างกายได้ แต่อาการไม่รุนแรงนัก ซึ่งความเป็นพิษที่สำคัญของ PAHs บางกลุ่ม คือ ความสามารถในการก่อมะเร็งในอวัยวะหลายชนิด

PAHs เข้าสู่ร่างกายได้หลายวิธี ทั้งโดยการกินอาหารที่ปนเปื้อน PAHs สูดดมไอระเหยหรือเขม่าควันไฟที่มี PAHs ผสมอยู่ หรือโดยการสัมผัสทางผิวหนัง ผลการทดลองในสัตว์ทดลอง พบว่า เมื่อสัตว์ทดลองได้รับสัมผัสสาร PAHs โดยการสูดดมและการกินจะแพร่ไปยังปอด ตับ ไต และทางเดินอาหาร อย่างไรก็ตาม ระบบ

การทำงานของร่างกายมนุษย์ที่มีสุขภาพปกติโดยทั่วไป จะสามารถขับสารเคมีที่เข้าสู่ร่างกายออกทางน้ำดี เหงื่อ ปัสสาวะ อุจจาระ และมีการหมุนเวียนระหว่างลำไส้และตับได้ ทั้งนี้ ในบางกรณีที่ระบบการทำงานของร่างกายมีความผิดปกติจะไม่สามารถขับของเสียและสิ่งเจือปนหรือแปลกปลอมได้ตามปกติ หรือหากได้รับการกระตุ้นจากสิ่งเจือปนหรือแปลกปลอม รวมทั้งสภาพแวดล้อมที่มีภาวะมลพิษเป็นระยะเวลานานก็มีโอกาสที่สารเคมีที่ได้รับจะแพร่ไปยังทารกในครรภ์หรือทำให้ประสิทธิภาพในการซ่อมแซมตนเองของเซลล์พันธุกรรมเกิดความบกพร่อง ซึ่งอาจเป็นสาเหตุให้เกิดโรคมะเร็งได้เช่นกัน

1.1.5 Volatile Organic Chemicals (VOCs) การศึกษาสารระเหยอินทรีย์ (VOCs) ที่ปล่อยจากปล่องเตาเผาขยะชุมชน พบว่ามีสารประกอบ VOC ทั้งหมดประมาณ 250 ชนิด ซึ่งมีปริมาณตั้งแต่ 0.05-100 mg/m^3 สารประกอบที่มีพิษร้ายแรงและก่อให้เกิดมะเร็ง เช่น benzene และ substituted phenols (Jay and Stieglitz,1995) โดย Leach et al (1999) ได้ชี้ว่า กระบวนการที่ทำให้เกิด VOCs ในปริมาณสูงนั้น มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เนื่องจากเมื่อรวมตัวกับไนโตรเจนออกไซด์และเมื่อทำปฏิกิริยากับแสงแดด จะทำให้เกิด Photochemical Oxidants (โอโซน และ peroxyacyl nitrates) ที่เป็นอันตรายต่อคุณภาพอากาศในบรรยากาศ

<u>ผลกระทบต่อสุขภาพ</u>

สาร VOCs หลายชนิดทำให้ระบบภูมิคุ้มกันถูกรบกวนหรือทำลาย ศักยภาพในการป้องกันโรค การติดเชื้อจะลดและพร่องลงจากเดิม เช่น ในการศึกษาในประชากร 302 คน (อายุ 40-59 ปี) ที่ Aberdeen, North Carolina และบริเวณ ใกล้เคียง โดยการตรวจเลือด ตรวจผิวหนัง และสัมภาษณ์ พบว่ามีสาร Dichlo ethylene (DCE) ในเลือด ในคนที่อยู่ใกล้ที่ทิ้งขยะพบสารเคมีพิษ (pesticide dump sites) ในระดับเฉลี่ย 4.05 ppb เทียบกับระดับเฉลี่ย 2.95 ppb (p=0.01) กลุ่มควบคุมที่อยู่ใกล้มากกว่ายิ่งมีระดับ DCE สูงกว่า ยิ่งอยู่ในบริเวณนาน ๆ ยิ่งได้รับมากขึ้น

การได้รับสาร VOCs จะทำให้เกิดอาการทางการกดประสาทหลายอย่าง เช่น การง่วงนอน วิงเวียน ปวดศีรษะ ซึมเศร้า หรือหมดสติได้ ในการทดลองกับหนูพุกขาวและหนูถีบจักรพบว่า การได้รับ 1,1,1-trichloroethane (TRI) 5000 ppm ทางลมหายใจนาน 40 นาที ทำให้การส่งกระแสประสาทผิดปกติได้ หนูมีการเรียนรู้สิ่งเร้าในสิ่งแวดล้อมลดลง ในกลุ่มช่างทำรองเท้า ซึ่งได้รับสาร VOCs จากการหายใจสารตัวทำละลายสีหรือน้ำยาทำรองเท้า เช่น dichloromethane, n-hexane, plastic compounds, isocyanates และ polyvinyl chloride เป็นประจำ มักจะมีอาการทางประสาท คือ ปวดศีรษะ (65%), จิตใจกังวล (53%), รู้สึกคันที่ขาและเท้า (46%), เจ็บตา (43%), หายใจลำบาก และมีอาการรวมหลายอย่าง (1.1-3.5%) ในคนตั้งครรภ์มีการศึกษาในหญิงตั้งครรภ์จำนวน 14,000 คนใน Bristol, U.K. ที่ใช้สเปรย์ปรับอากาศ (aerosols) เป็นประจำ ในเลือดพบสาร VOCs เช่น Xylene, ketones และ aldehydes ค่อนข้างสูง และประชาการเหล่านี้ จะมีอาการหลายอย่าง เช่น 25% ปวดศีรษะ, 19% มีอาการซึมเศร้าหลังคลอด, เด็กที่คลอดออกมาแล้วมักมีอาการท้องเสียบ่อยกว่าเด็กกลุ่มอื่น 22% นอกจากนี้สาร VOCs อาจมีผลกระทบต่อสุขภาพระบบอื่น ๆ ได้แก่ ระบบพันธุกรรม ระบบฮอร์โมน ระบบสืบพันธุ์ ระบบประสาท อาจทำให้เกิดโรคมะเร็งบางชนิดได้ และโรคทางระบบสืบพันธุ์ เช่น เป็นหมัน ความพิการของเด็ก เป็นต้น

2. สารโลหะหนัก (Heavy metal)

2.1 สารหนู เป็นโลหะสีเทาเงิน มันวาว ค่อนข้างเปราะ สารประกอบของสารหนู (amorphous form อาจมีสีเหลืองหรือดำ) ส่วนใหญ่อยู่ในรูปผงหรือผลึกซึ่งไม่มีสี ไม่มีกลิ่น ไม่มีรส บางครั้งอาจอยู่ในรูปผงสีเทาดำ ผิวที่มันวาวเมื่อสัมผัสกับออกซิเจนจะเป็นสีดำด้าน ส่วน arsenic trichloride และ arsenic acid มีลักษณะเป็นของเหลวคล้ายน้ำมัน ความดันไอต่ำมาก ประมาณ 1 mmHg (ที่อุณหภูมิ 372 องศาเซลเซียส) น้ำหนักอะตอม 74.92 มีวาเลนซีที่สำคัญคือ 3 (trivalent arsenic, As III) และ 5 (pentavalent arsenic, As V)

สารหนูพบได้ในหลายรูปแบบ ได้แก่ ในรูปธาตุบริสุทธิ์ (elemental arsenic) สารประกอบเกลืออนินทรีย์ของสารหนู (inorganic salts) และสารประกอบเกลืออินทรีย์ของสารหนู (organic salts) สารหนูในรูปของธาตุบริสุทธิ์ มีความเป็นพิษน้อยกว่าในสารหนูในรูปสารประกอบ ความเป็นพิษเฉียบพลันยังขึ้นกับวาเลนซีอีกด้วย กล่าวคือ สารหนูวาเลนซี 3 มีความเป็นพิษสูงที่สุด สามารถละลายในไขมันได้ดี ดูดซึมผ่านผิวหนังได้ดี และจับกับ sulfhydryl groups ได้ดี ส่วนสารหนูวาเลนซี 5 แม้มีความเป็นพิษน้อยกว่า เพราะความสามารถในการละลายต่ำกว่า แต่เมื่อเข้าสู่ร่างกายแล้ว จะถูกเปลี่ยนเป็นสารหนูวาเลนซี 3 และถูกดูดซึมในทางเดินอาหารได้

<u>ผลกระทบต่อสุขภาพ</u>

อาการทางคลินิก พิษของสารหนูอนินทรีย์จากการกิน มักเป็นชนิดวาเลนซี 3 ซึ่งละลายน้ำได้ดี เมื่อถูกกรดจะเกิดเป็นแก๊สพิษอาร์ซีน (arsine) ซึ่งระคายเคืองมาก และทำให้อาการพิษรุนแรงขึ้น ส่วนสารหนูชนิดสารประกอบอินทรีย์ซึ่งอยู่ในอาหารทะเล ไม่ถูกดูดซึมเข้าสู่ร่างกาย จะถูกขับออกทางอุจจาระ จึงไม่เกิดพิษ อวัยวะเป้าหมายของสารหนู คือ ทางเดินอาหาร หัวใจ สมอง และไต รองลงมาคือ ไขกระดูก ม้าม และระบบประสาทส่วนปลาย (peripheral nervous system)

พิษเฉียบพลัน หากรับสัมผัสทางการหายใจ จะทำให้ระคายเคืองเยื่อบุทางเดินหายใจส่วนต้น อาจเริ่มจากอาการไอ เจ็บคอ หายใจลำบาก ในรายที่เป็นรุนแรงอาจเกิดคออักเสบ (pharyngitis) ปอดบวมน้ำ (pulmonary edema) อาจถึงขั้นระบบหายใจล้มเหลว (respiratory failure) นอกจากนี้ยังเกิดพิษแบบ systemic ได้ด้วย หากรับสัมผัสทางผิวหนัง จะทำให้ระคายเคือง และกัดกร่อนผิวหนัง เกิดผื่นผิวหนังอักเสบ (dermatitis) กรณีสารหนูวาเลนซี 3 ซึ่งละลายในไขมันได้ดี จะถูกดูดซึมผ่านผิวหนัง ทำให้เกิดพิษแบบ systemic ได้ด้วย

หากสัมผัสถูกตา จะทำให้ระคายเคือง และกัดกร่อนอย่างมาก ทำให้เกิดเยื่อบุตาอักเสบ (conjunctivitis) มีอาการคันตา แสบตา น้ำตาไหล อาจมีอาการตาสู้แสงไม่ได้ หรือมองภาพไม่ชัดตามมาได้

หากรับสัมผัสทางการกิน จะเกิดอาการแสบริมฝีปาก ลมหายใจมีกลิ่นคล้ายกระเทียม รู้สึกตีบภายในลำคอ กลืนลำบาก ต่อมามีอาการปวดท้อง คลื่นไส้ อาเจียนพุ่ง ถ่ายอุจจาระเป็นเลือด หรือเป็นสีเหมือนน้ำซาวข้าว อาการดังกล่าวเกิดได้ภายใน 30 นาที หรือเป็นชั่วโมง นอกจากนี้ยังเกิดพิษแบบ systemic ได้ด้วย (กล้ามเนื้อเป็นตะคริว ผิวหนังเย็นชื้น มีอาการสูญเสียน้ำและเกลือแร่ หรือสูญเสียเลือด อาจถึงขั้นช็อกได้ เมื่อตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจ อาจพบลักษณะหัวใจเต้นเร็วรายที่เป็นรุนแรง อาจโคม่า ชัก และเสียชีวิตได้ภายใน 24 ชั่วโมงในรายที่พ้นช่วงวิกฤต อาจมีความผิดปกติของเส้นประสาทส่วนปลาย)

พิษเรื้อรัง อาการที่พบได้บ่อย คือ ผลต่อระบบผิวหนัง ได้แก่ ผิวหนังหนาแข็ง (hyperkeratosis) หรือมีลักษณะ raised punctuate หรือ verrucous มักพบที่ฝ่ามือฝ่าเท้า ซึ่งเรียกว่า “Arsenical keratoses” บางรายเกิดเป็นแผลเรื้อรัง หรือก้อนที่ผิวหนัง ซึ่งอาจเป็นรอยโรคมะเร็งผิวหนังชนิดต่างๆได้ (เช่น Bowen disease, basal cell carcinoma, squamous cell carcinoma) นอกจากนี้ยังพบลักษณะผิวหนังสีเข้มขึ้น (hyperpigmentation) มักเห็นเป็นสีคล้ายทองแดง (bronze) กระจายโดยทั่ว สลับด้วยหย่อมของสีผิวที่อ่อนกว่าปกติ เล็บอาจมีลักษณะเปราะ และมีขีดขาวที่เล็บ (เรียกว่า Mee’s line) อาจมีผมร่วงได้

ผลต่อระบบประสาท คือ มีอาการชาจากความผิดปกติของเส้นประสาท (peripheral neuritis and neuropathy) ในรายที่เป็นมาก อาจมีอาการกล้ามเนื้ออ่อนแรงร่วมด้วย

ผลต่อระบบอื่น ๆ ได้แก่ ตับโต ดีซ่าน ไตวาย อาจทำให้กล้ามเนื้อหัวใจอักเสบ (myocarditis) มีผลต่อระบบโลหิต โลหิตจาง (เกิดภาวะ pancytopenia, aplastic anemia, leukemia) นอกจากนี้มีรายงานว่าทำให้หลอดเลือดส่วนปลายหดตัว (vasospasm) และเนื้อตาย (gangrene) เรียกว่า “black foot disease” ซึ่งเคยพบในผู้รับสัมผัสสารหนูจากสิ่งแวดล้อม

สารหนูมีคุณสมบัติเป็นสารก่อกลายพันธุ์ สารก่อลูกวิรูป (fetotoxicity) และก่อมะเร็งผิวหนัง มะเร็งปอด มะเร็งเม็ดเลือดขาว (leukemia) มะเร็งต่อมน้ำเหลือง (lymphoma) และมะเร็งหลอดเลือดของตับ (angiosarcoma of liver)

สารหนูสามารถผ่านรกได้ ทำให้เกิดผลต่อทารกในครรภ์ ทารกมีภาวะน้ำหนักแรกคลอดน้อย หรือเกิดความผิดปกติในครรภ์ได้ (congenital abnormalities)

2.2 แคดเมียม เป็นวัตถุโลหะที่มีคุณสมบัติทนทานต่อการผุกร่อน อ่อนงอได้ง่าย ใช้ผสมกับโลหะชนิดอื่น ๆ เพื่อเพิ่มความคงทนและนำมาใช้ในขบวนการผลิตในอุตสาหกรรมหลาย ประเภท เช่น อุตสาหกรรมรถยนต์ เครื่องบิน เรือยนต์ แบตเตอรี่ ทาสีน้ำมัน เป็นต้น

<u>ผลกระทบต่อสุขภาพ</u>

พิษเฉียบพลัน หากได้รับแคดเมียมเข้าสู่ร่างกายโดยการกินเข้าไปซึ่งอาจติดมากับภาชนะหรืออาหาร จะทำให้เกิดอาการเฉียบพลันได้ภายใน 15 นาที ถึง 2 ชั่วโมง จะมีอาการ คลื่นไส้ อาเจียน น้ำลายไหล หรืออาจอาเจียนเป็นเลือด เป็นลมหรือช๊อค ต่อมาจะท้องเดิน ปวด ท้องอย่างรุนแรง และจะดีขึ้นภายใน 24 ชั่วโมง การได้รับแคดเมียมเข้าสู่ร่างกายทางการ หายใจเข้าไปในปริมาณมากก็เช่นเดียวกัน จะทำให้เกิดอาการระคายเคืองระบบหายใจ คอแห้ง ปวดศีรษะ คลื่นไส้ เหงื่อออกมาก ไข้สูง หลอดลมอักเสบ ไอ เหนื่อยหอบ แน่นหน้าอก ระบบทางเดินอาหารอักเสบ ปวดท้อง อาเจียน ท้องเดิน ถ่ายเป็นเลือด ไตอักเสบ และอาจถึงตาย

พิษเรื้อรัง การได้รับแคดเมียมเข้าสู่ร่างกายที่ละน้อยแต่เป็นเวลานาน ๆ เกิดการสะสมภายในอวัยวะต่าง ๆ ของร่างกายจะทำให้เกิดอาการปวดตามข้อ ตามกระดูก ทั่วร่างกาย เพราะแคลเซียมในกระดูกจะถูกทำลาย ทำให้กระดูกผุกร่อนและหักง่าย โดยเฉพาะกระดูกเชิงกรานจะมีอาการปวดมาก จนเดินไม่สะดวกในบางรายกระดูกกร่อน จนกระทั่งความสูงลดลง หรือเรียกว่าโรคอิไตอิไต (itai itai) นอกจากนั้นยังทำให้เกิด

อาการเบื่ออาหาร อ่อนเพลีย น้ำหนัก ลดลงอย่างรวดเร็ว ปัสสาวะข้นเป็นสีน้ำตาล หรือเป็นเลือด ไตถูกทำลาย และบางรายจะพบวงแหวนสีเหลือง (Cadmiumring)

2.3 ปรอท เป็นโลหะหนักมีสีเทาเงินหรือแกมน้ำเงินเกิดขึ้นตามธรรมชาติ ปัจจุบันอุตสาหกรรมหลายประเภทมีการใช้ตะกั่วเป็นวัตถุดิบเป็นจำนวนมาก การเข้าสู่ร่างกายของปรอทเกิดจากการหายใจเอาไอของโลหะปรอทเข้าไป การซึมเข้าทางผิวหนัง และโดยการกินเข้าไปทางปาก เมื่อปรอทเข้าสู่ร่างกายจะซึมเข้าสู่กระแสเลือดทำให้การทำงานของอวัยวะต่าง ๆ ถูกทำลาย

ผลกระทบต่อสุขภาพ

พิษเฉียบพลัน มักเกิดจากอุบัติเหตุโดยการกลืนกินสารปรอทเข้าสู่ร่างกาย หรือได้รับไอหรือฝุ่น ของสารปรอทโดยการสูด หายใจเข้าไปในปริมาณสูงทันที ซึ่งปริมาณปกติที่ได้รับเข้าสู่ร่างกายและทำให้คนตายได้โดยเฉลี่ยประมาณ 0.02 กรัม อาการที่เกิดจากการกลืนกินปรอท ได้แก่ อาเจียน ปากพอง แดงไหม้ อักเสบ และเนื้อเยื่ออาจหลุดออกมาเป็นชิ้นๆ มีเลือดออก ปวดท้องอย่างแรง เนื่องจากปรอทกัดระบบทางเดินอาหาร มีอาการท้องร่วงรุนแรง อุจจาระเป็นเลือด เมื่อเข้าสู่ระบบหมุนเวียนเลือด จะทำลายไต ทำให้ปัสสาวะไม่ออก หรือปัสสาวะเป็นเลือด

พิษเรื้อรัง ผู้ป่วยที่ได้รับสารปรอทเข้าสู่ร่างกายทีละน้อย เกิดการสะสมในระยะ เวลานาน และมีปริมาณมากขึ้นจนร่างกายแสดงอาการผิดปกติ โดยจะรู้สึก อ่อนเพลีย เบื่ออาหาร เหงือกและปากอักเสบ มีอาการสั่นกระตุกที่มือ แขน ขา ใบหน้า เป็นอันตรายต่อระบบประสาทส่วนกลาง สมองและไต

2.4 นิกเกิล มีลักษณะเป็นโลหะแข็งสีเงินวาว นิกเกิลมีความสามารถในการก่อให้เกิดผื่นแพ้สัมผัสได้มาก และสารประกอบของนิกเกิล ยังก่อให้เกิดมะเร็งปอด มะเร็งโพรงจมูกและไซนัส ได้ด้วย สารประกอบของนิกเกิล ที่มีพิษมากที่สุดคือนิกเกิลคาร์บอนิล (nickel carbonyl) มีฤทธิ์ทำให้คลื่นไส้ อาเจียน เวียนศีรษะ ปวดศีรษะ และปอดบวมน้ำได้

การเข้าสู่ร่างกาย ในภาคอุตสาหกรรมนิกเกิลเข้าสู่ร่างกายทางการหายใจมากที่สุด และสามารถเข้าสู่ร่างกายทางการกิน และทางผิวหนังได้บ้าง การเข้าสู่ร่างกายทางการหายใจโดยสูดเอา dust (insoluble nickel compound), aerosols (soluble nickel), gas (nickel carbonyl) อัตราการดูดซึมขึ้นอยู่กับความสามารถในการละลาย เมื่อเข้าสู่ร่างกายจะสะสมที่ปอดและต่อมน้ำเหลืองเป็นส่วนใหญ่ และกระจายไปอวัยวะอื่นผ่านกระแสเลือด การขับออกจากร่างกาย ขับออกทางปัสสาวะ โดยค่าครึ่งชีวิตของนิกเกิลในซีรัมประมาณ 11 ชั่วโมง

ผลกระทบต่อสุขภาพ

พิษเฉียบพลัน อาการจากการสูดหายใจ โดยการสูดสารประกอบนิกเกิล อาจทำให้เกิดอาการระคายเคืองคอและมีอาการเสียงแหบ ในขณะที่การสูดดม nickel carbonyl จะทำให้เกิดผลต่อร่างกายทั้งระบบ อาการจากการสัมผัสทางผิวหนัง Nickel contact dermatitis จะมีอาการแสบร้อน ระคายเคือง และตามด้วยรอยโรคแบบ erythema and nodular eruption ซึ่งอาจจะแตกเป็นแผลเป็น eczema ได้ รอยโรคอาจจะกระจายไปยังบริเวณข้างเคียงที่เป็นพื้นที่เคลื่อนไหว โดยรอยโรคอาจจะมีสีคล้ำขึ้นหรือจางลงก็ได้ อาการจาก

การสัมผัสเมื่อเข้าตา โลหะนิกเกิล ทำให้เกิดการระคายเคืองดวงตาจาก mechanical injury ได้ อาการจากการสัมผัสทางการกิน การกินในปริมาณมากทำให้เกิดอาการคลื่นไส้ อาเจียน ปวดท้อง และท้องเสียการกิน nickel carbonyl อาจทำให้มีอาการไอ หายใจไม่อิ่ม และเวียนศีรษะมีรายงานว่ามีการทำลายท่อไตส่วนต้น (proximal convoluted tubules) จากการกินสารประกอบนิกเกิล

พิษเรื้อรัง การสัมผัสฝุ่นนิเกิล (nickel dust) เป็นระยะเวลานาน จะทำให้เกิดอาการ eczematous dermatitis, asthma, Loefflar's syndrome (pulmonary eosinophilia) การระคายเคืองเยื่อบุจมูก และเกิดผนังจมูกทะลุ (nasal septum perforation) ในบางรายอาจสูญเสียการรับกลิ่น การสัมผัสแบบเรื้อรังเป็นสาเหตุของการเกิดมะเร็งในโพรงจมูก ไซนัส และปอดได้ องค์กร IARC กำหนดให้สารประกอบนิกเกิล (nickel compound) เป็นสารก่อมะเร็งสำหรับมนุษย์กลุ่มที่ 1 คือยืนยันแน่นอนว่าเป็นสารก่อมะเร็ง และกำหนดให้โลหะนิกเกิล (nickel metallic and alloy) จัดอยู่ในกลุ่มที่ 2B คืออาจจะเป็นสารก่อมะเร็ง

2.5 ตะกั่ว เป็นโลหะที่มีสีเงินแกมฟ้า ซึ่งสามารถพบได้ตามธรรมชาติ แต่เนื่องจากตะกั่วเป็นสารที่ส่งผลกระทบอย่างรุนแรงต่อมนุษย์ การสัมผัส การสูดดม รวมถึงการใช้สินค้าต่าง ๆ ที่มีตะกั่วเจือปนอยู่ ทำให้เกิดความเสี่ยงที่มนุษย์จะได้รับตะกั่วเข้าสู่ร่างกายอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ ตะกั่วจะไม่แสดงความเป็นพิษต่อมนุษย์ในทันที แต่จะสะสมในร่างกายมนุษย์และจะแสดงความเป็นพิษออกมาเมื่อตะกั่วได้สะสมอยู่ในร่างกายจนถึงขนาดแล้ว ซึ่งความเป็นพิษของตะกั่วจะส่งผลกระทบต่อมนุษย์ อย่างมากและรุนแรง ตะกั่วที่ใช้ในภาคอุตสาหกรรมแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ สารประกอบอนินทรีย์ของตะกั่ว และสารประกอบอินทรีย์ของตะกั่ว ตะกั่วสามารถการเข้าสู่ร่างกายได้ 3 ช่องทาง ได้แก่ ทางปาก ทางจมูก และทางผิวหนัง

<u>ผลกระทบต่อสุขภาพ</u>

พิษเฉียบพลัน ผู้ได้รับตะกั่วจะรู้สึกฝืดคอ มีกลิ่นโลหะในปาก กระหายน้ำ คอแห้ง ปวดแสบหน้าท้อง คลื่นไส้ อาเจียน โดยการอาเจียนจะมีลักษณะขาวขุ่นจากเลดคลอไรด์ ผู้ได้รับตะกั่วส่วนมากจะมีอาการท้องร่วงและส่วนน้อยท้องผูก อุจจาระมีเลือดหรือสีดำอันเนื่องมาจากเลดซัลไฟด์ ผู้ได้รับตะกั่วบางรายอาจเกิดอาการช็อค กล้ามเนื้อกระตุก อ่อนเพลีย เป็นตะคริว โดยเฉพาะที่ขาทั้งสองข้าง หรือมีอาการที่ระบบประสานส่วนกลาง เช่น ปวดศรีษะ นอนไม่หลับ หรืออาจมีอาการผิดปกติที่ไร้สาเหตุ เช่น รู้สึกชา ซึมเศร้า ถึงขั้นโคม่าและเสียชีวิตได้ในที่สุด อาการที่รองลงไป ได้แก่ ภาวะไตเสื่อม ทำให้ปัสสาวะน้อยลงกว่าปกติ มีอัลบูมินและมีเลือดในปัสสาวะ เจ็บไต นอกจากนี้ จะมีการสลายตัวของเม็ดเลือดแดง อาจทำให้เสียชีวิตได้ภายใน 2-3 วัน

พิษเรื้อรัง ผู้ที่ได้รับตะกั่วอาจมีอาการทางระบบทางเดินอาหาร เช่น เบื่ออาหาร เหม็นเฝื่อนในลำคอ ตะคริวที่หน้าท้อง และอาการทางระบบประสาท เช่น ข้อมือตก เป็นอัมพาต ไม่มีแรง แต่ยังคงมีความรู้สึก อาการทางสมองหรือเยื่อหุ้มสมองอักเสบ อาการนี้พบน้อยในผู้ใหญ่ส่วนมากมักจะเกิดขึ้นกับเด็ก เช่นเด็กที่กำลังร่าเริงว่องไว อยู่ดี ๆ ก็หมดสติ นานประมาณ 2-3 ชั่วโมง จากสถิติผู้ป่วยที่มีอาการทางสมอง บางรายเสียชีวิต ประมาณร้อยละ 25 ของผู้รอดชีวิตจะมีอาการทางประสาทอย่างถาวร

2.6 ทองแดง เป็นโลหะที่มีความหนาแน่น จุดเดือดและจุดหลอมเหลวสูง พบได้ตามธรรมชาติทั้งในดิน หิน น้ำและอากาศ อาจอยู่ในรูปธาตุอิสระหรือสารประกอบ เช่น Cu_2O, Cu_2S, CuF, $CuSO_4$, $CuFeS_2$ เป็นต้น ทองแดงเป็นตัวนำความร้อนและนำไฟฟ้าที่ดีรองจากเงิน ปัจจุบันจึงมีการนำมาใช้ในอุตสาหกรรมหลายชนิด เช่น ใช้ผลิตลวด สายไฟ ท่อน้ำ นอกจากนี้ยังใช้เป็นสารเคมีทางการเกษตร สารกำจัดศัตรูพืชและสัตว์รบกวนต่าง ๆ การทำสีย้อม เป็นต้น ส่งผลให้มีการแพร่กระจายของทองแดงสู่สิ่งแวดล้อมมากขึ้น ซึ่งเราอาจได้รับทองแดงจากการหายใจ การดื่มน้ำ การบริโภคอาหารในชีวิตประจำวัน ทองแดงมีความจำเป็นต่อร่างกายสิ่งมีชีวิตถ้าได้รับในปริมาณที่เหมาะสมกับร่างกาย โดยเป็นส่วนประกอบที่สำคัญในกระดูกและกล้ามเนื้อ

การเกิดพิษขึ้นอยู่กับปริมาณที่ได้รับเข้าไป ช่องทางที่ได้รับและสภาพร่างกายของแต่ละบุคคล ทองแดงถูกดูดซึมได้ดีในกระเพาะอาหารและลำไส้ส่วนบน โดยซึมผ่านเข้าผนังลำไส้ไปที่ตับ จากนั้นจะรวมตัวกับน้ำดี แล้วถูกหลั่งออกมาบริเวณลำไส้ ขับออกไปกับอุจจาระ หรืออาจถูกดูดกลับเข้าสู่ร่างกายได้ 30% โดยไปสะสมที่กระดูก กล้ามเนื้อ ตับ สมอง และสะสมมากที่ตับและสมอง

<u>ผลกระทบต่อสุขภาพ</u>

พิษเฉียบพลัน เมื่อได้รับทองแดงในปริมาณมากจะทำให้เกิดความเป็นพิษต่อร่างกาย คือ คลื่นไส้อาเจียน เกิดการอักเสบในช่องท้องและกล้ามเนื้อ ท้องเสีย การทำงานของหัวใจผิดปกติ กดระบบภูมิคุ้มกันของร่างกายและอาจส่งผลให้เกิดความผิดปกติทางจิต

พิษเรื้อรัง อาการเรื้อรังจากการได้รับติดต่อกันเป็นเวลานาน และตับทำหน้าที่บกพร่อง ไม่สามารถขับทองแดงออกจากร่างกายได้ตามปกติ จึงทำให้มีการสะสมอยู่ในร่างกายเป็นปริมาณมาก ส่งผลให้เกิดความผิดปกติของร่างกาย หรือกลุ่มอาการ Wilson' Diseases คือ ร่างกายสั่นเทาอยู่ตลอดเวลา กล้ามเนื้อแข็งเกร็ง มีน้ำมูกน้ำลายไหล ควบคุมการพูดลำบาก

2.7 สังกะสี เป็นโลหะที่แข็ง เปราะ เมื่อขัดจะมีความเป็นมันวาว และหมองได้ง่าย สังกะสีที่เป็นโลหะสังกะสีบริสุทธิ์ไม่มีพิษที่เป็นอันตรายต่อร่างกายและชีวิต นอกจากการได้รับเข้าสู่ร่างกายในปริมาณที่มาก ๆ ด้วยการกินหรือการสูดหายใจเอาไอ ฟูม หรือฝุ่น ส่วนสังกะสีคลอไรด์ จะทำให้เกิดการระคายเคือง อย่างรุนแรงต่อผิวหนัง หลอดลม เยื่อบุจมูก ตา สังกะสีออกไซด์ จะทำให้ เกิดอาการไข้ หนาวสั่น และที่ทำให้เกิดโรคผิวหนัง ได้แก่ สังกะสีซัลเฟต สังกะสีไซยาเนต เป็นต้น

<u>ผลกระทบต่อสุขภาพ</u> อันตรายจากสังกะสีอาจทำให้เกิดอาการของโรคพิษสังกะสี โดยเมื่อร่างกายได้รับไอ ฟูม หรือฝุ่น ของโลหะสังกะสีเข้าไปปริมาณมาก จะทำให้เกิดอาการไข้ คลื่นไส้ อาเจียน ปวดศีรษะ ปวดกล้ามเนื้อ อ่อนเพลีย กระหายน้ำ และส่วนใหญ่ อาการมักหายก่อน 48 ชั่วโมง ในคนงานที่ต้องทำงานสัมผัสสังกะสีตลอดเวลาร่างกายจะ เกิดความต้านทานขึ้น และจะหายไปอย่างรวดเร็วในวันหยุดจากการทำงาน แต่เมื่อกลับเข้าทำงานอาการของโรคก็จะเกิดขึ้นอีก

2.8 โครเมียม ที่พบตามธรรมชาติส่วนใหญ่อยู่ในรูปไตรวาเลนต์โครเมียม (trivalent chromium, Cr (III)) ถึงอย่างไรก็ตามถ้าสภาพแวดล้อมเปลี่ยนไป เช่น การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด-ด่างหรือการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน ทำให้พบเฮกซะวาเลนต์โครเมียม (hexavalent chromium, Cr(VI)) ได้ ไตรวาเลนต์โครเมียมพบมากในอาหาร น้ำดื่ม และสิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติ เป็นธาตุที่จำเป็นต่อร่างกาย ส่วนเฮกซะวาเลนต์โครเมียมเป็นสารอันตรายที่จัดอยู่ในกลุ่มของสารก่อมะเร็งที่ส่งผลกระทบต่อยีน เมื่อได้รับสารดังกล่าวเป็นเวลานานจะมีโอกาสเป็นมะเร็งปอด โครงสร้างดีเอ็นเอถูกทำลายได้ง่ายมากขึ้น นอกจากนี้เฮกซะวาเลนต์โครเมียมยังถูกสั่งห้าม และจำกัดการใช้ให้มีปริมาณลดน้อยลง

ผลกระทบต่อสุขภาพ ผู้ที่ได้รับสารเฮกซะวาเลนต์โครเมียม จะมีอาการระคายเคืองที่ผิวหนัง เป็นโรคหอบหืด โรคระบบทางเดินหายใจ อาจทำให้ปอด ตับ ไต และลำไส้ถูกทำลาย มีอาการบวมน้ำ และเจ็บบริเวณกระบังลมหรือลิ้นปี่

2.3 พฤติกรรมความปลอดภัยในการทำงาน

ความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงาน หมายถึง การกระทำหรือสภาพการทำงานซึ่งปลอดจากเหตุอันจะทำให้เกิดการประสบอันตรายต่อชีวิต ร่างกาย จิตใจหรือสุขภาพอนามัยอันเนื่องจากการทำงานหรือเกี่ยวกับการทำงาน (พระราชบัญญัติความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงาน พ.ศ. 2554)

พฤติกรรมความปลอดภัยในการทำงาน

วไลพร ภิญโญ (2544) ให้ความหมายไว้ว่า หมายถึง การปฏิบัติตามกฎระเบียบความปลอดภัยในการทำงาน รวมถึงการกระทำอื่น ๆ ที่สนับสนุนให้เกิดความปลอดภัยในการทำงาน เช่น การแต่งกายให้เหมาะสมกับการทำงาน ไม่ทำงานนอกเหนือจากหน้าที่รับผิดชอบ การไม่ใช้เครื่องมือผิดประเภท การใช้อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคลทุกครั้งเมื่อปฏิบัติงานที่มีความเสี่ยง รวมถึงการแนะนำเพื่อนร่วมงานที่ทำงานอย่างไม่ปลอดภัยให้ปฏิบัติงานอย่างถูกต้องปลอดภัย เป็นต้น

แก้วฤทัย แก้วชัยเทียม (2548) ให้ความหมายไว้ว่า หมายถึง การกระทำหรือการแสดงออกของพนักงาน โดยอยู่ในสภาวะที่ปลอดจากอุบัติเหตุ การบาดเจ็บ พิการ ตาย เกิดโรคจากการทำงานทรัพย์สินเสียหาย และมีสุขภาพอนามัยที่ดี

ณัฐกิตต์ วัฒนพันธ์ (2549) ให้ความหมายไว้ว่า หมายถึง การกระทำหรือการแสดงออกของพนักงานในการปฏิบัติหน้าที่ของตนที่ปราศจากอุบัติเหตุ หรือความเสี่ยงที่จะเกิดอุบัติเหตุ

เมธัส ไชยศิลป์ (2553) ให้ความหมายไว้ว่า หมายถึง การทำงานของพนักงานด้วยความไม่ประมาทปฏิบัติตามนโยบายความปลอดภัยของโรงงานเพื่อไม่ให้เกิดการบาดเจ็บหรืออุบัติเหตุทั้ง ต่อตนเองและผู้อื่น รวมทั้งการมีสุขภาพสมบูรณ์ไม่เป็นโรคที่เกิดจากการทำงาน

สุรีวัลย์ ใจกล้า (2557) ให้ความหมายไว้ว่า หมายถึง การกระทำของบุคคลที่แสดงออกมาในขณะทำงาน ซึ่งมีผลทำให้เกิดความปลอดภัยและปราศจากการเกิดอันตรายในระหว่างการทำงาน

สรุปได้ว่า พฤติกรรมความปลอดภัยในการทำงาน หมายถึง การกระทำหรือการแสดงออกของพนักงานที่ปฏิบัติตามกฎระเบียบด้านความปลอดภัยในขณะปฏิบัติงาน เช่น การใช้อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคลโดยไม่ก่อให้เกิดอันตราย การบาดเจ็บ หรืออุบัติเหตุจากการทำงาน

อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคล หมายถึง อุปกรณ์ที่มีไว้ให้ผู้ปฏิบัติงานสวมใส่เพื่อป้องกันการเกิดอุบัติเหตุที่อาจเกิดขึ้นในพื้นที่ที่มีความเสี่ยง เพื่อลดความสูญเสียหรือลดความรุนแรงอุบัติเหตุ อุปกรณ์ป้องกันภัยส่วนบุคคลมีหลายชนิด ซึ่งจะขึ้นอยู่กับประเภทของงานและความเสี่ยงที่คาดว่าจะเกิดกับผู้ปฏิบัติงาน ประเภทของอุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล ประกอบด้วย ป้องกันศีรษะ ใบหน้า ระบบทางเดินหายใจ ดวงตา มือและแขน เสียง ขาและเท้า และลำตัว

สำหรับอุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคลที่ช่วยป้องกันการรับสัมผัสมลพิษทางอากาศเรียกว่า อุปกรณ์ป้องกันระบบทางเดินหายใจ (Respiratory Protective Device) ได้แก่ หน้ากากป้องกันฝุ่น หน้ากากป้องกันไอระเหย ฯลฯ สิ่งสำคัญที่จะทำให้หน้ากากช่วยป้องกันการรับสัมผัสได้อย่างมีประสิทธิภาพ คือ การเลือกหน้ากากที่เหมาะสมกับลักษณะงานและประเภทของมลพิษอากาศที่เกิดขึ้น (ณัฐพงศ์ แหละหมัน, 2558) ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวิธีการสวมที่ถูกต้อง ความสะอาดของหน้ากาก และระยะเวลาที่สวมหน้ากากด้วย จากการศึกษาการรับสัมผัสปรอทของพนักงานเก็บขยะในโรงงานเตาเผามูลฝอยอันตรายในภาคใต้ของประเทศไทย พบว่า พนักงานเก็บขยะมีความเข้มข้นของปรอทในปัสสาวะสูงกว่ากลุ่มควบคุม โดยที่ตำแหน่งงาน ระยะเวลาการทำงาน การสวมอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล โดยเฉพาะการสวมหน้ากากและถุงมือ และสุขลักษณะส่วนบุคคล มีความสัมพันธ์กับความเข้มข้นของปรอทในปัสสาวะ (Somsiri Decharat, 2012) เช่นเดียวกับการศึกษาความเข้มข้นของตะกั่วในเลือดของพนักงานเตาเผามูลฝอย พบว่า พนักงานเตาเผามูลฝอยมีความเข้มข้นของตะกั่วในเลือดสูงกว่ากลุ่มควบคุม ซึ่งมาจากการรับสัมผัสตะกั่วที่อยู่ในขี้เถ้าหนัก โดยที่การสวมอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล การไม่สูบบุหรี่ และการหมุนเวียนงาน จะช่วยลดการรับสัมผัสได้ (R Malkin, 1992)

ดังนั้น ในการศึกษานี้ จึงคัดเลือกปัจจัย/พฤติกรรมที่ส่งผลต่อการรับสัมผัสโลหะหนักและสารอินทรีย์ระเหยง่ายทางการหายใจจากการปฏิบัติงานของพนักงานในโรงงานเตาเผามูลฝอย ได้แก่ ลักษณะงาน การสวมหน้ากากในขณะปฏิบัติงาน ประเภทของหน้ากาก วิธีสวมหน้ากาก และระยะเวลาสวมหน้ากากในขณะปฏิบัติงาน

2.4 ค่ามาตรฐานตัวบ่งชี้ทางชีวภาพ (Biomarker)

Biological Exposure Indices (BEIs) คือ ค่าระดับตัวบ่งชี้ทางชีวภาพ (biomarker) ซึ่งจะแสดงถึงการรับสัมผัสสารเคมีจากทุกทางทั้งจากทางการหายใจ (inhalation) การกิน (ingestion) และทางผิวหนัง (skin absorption) รวมกัน ค่าที่ตรวจได้ เป็นผลรวมในการสัมผัสสารเคมีนั้น ไม่ว่าได้รับจากการทำงานหรือจากสิ่งแวดล้อมทั่วไป โดยตัวบ่งชี้ทางชีวภาพที่ตรวจทั้งหมด จะตรวจในตัวกลางทางชีวภาพ (media) อย่างใดอย่างหนึ่งคือ ในเลือด (blood) ในปัสสาวะ (urine) หรือในลมหายใจออกช่วงสุดท้าย (end-exhaled air) ตัวบ่งชี้ที่กำหนดอาจเป็นปริมาณของสารเคมีนั้นเองในตัวกลางทางชีวภาพ หรือปริมาณสารเมตาโบไลต์ (metabolite) ของสารเคมีนั้น หรือค่าทางชีวเคมีที่เปลี่ยนแปลงไป (biochemical change) เนื่องจากการได้รับสัมผัสสารเคมีนั้น ซึ่งเป็นค่าความเข้มข้นสูงสุดของสารเคมีในร่างกายที่ยอมให้มีได้ หน่วยงาน American Conference of Governmental Industrial Hygienist (ACGIH) ได้กำหนดค่าบ่งชี้การรับสัมผัส (BEIs) ไว้เพื่อเป็นแนวทางในการประเมินการสัมผัสสารเคมีจากการทำงาน เฝ้าระวังการเกิดผลกระทบต่อสุขภาพ ประเมินประสิทธิภาพของมาตรการควบคุมป้องกันที่มีอยู่ อย่างไรก็ตาม ความจำเป็นในการตรวจประเมินการสัมผัสทางโดยใช้ดัชนีชี้วัดทางชีวภาพ จะขึ้นอยู่กับระดับความเสี่ยงในการสัมผัสสารนั้นของผู้ปฏิบัติงานแต่ละคนและปัจจัยอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง (สมาคมโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อมในประเทศไทย, 2557)

ประเทศไทยได้มีการรวบรวมข้อมูลค่า BEIs ของสารเคมีต่าง ๆ เพื่อเป็นแนวทางและเกณฑ์การพิจารณาวินิจฉัยกรณีลูกจ้างเจ็บป่วยด้วยโรคจากการทำงาน แสดงตัวอย่างในตารางที่ 2-3

ตารางที่ 2-3 ค่ามาตรฐานตัวบ่งชี้ทางชีวภาพ (Biomarker)

มลพิษอากาศ		สิ่งส่งตรวจทางชีวภาพ	พารามิเตอร์	ค่ามาตรฐาน BEIs
สารอินทรีย์ระเหยง่าย	เบนซีน	ปัสสาวะ	t,t-Muconic acid	500 mg/g creatinine
	โทลูอีน	ปัสสาวะ เลือด	Hippuric Acid	1,600 mg/g creatinine
	ไซลีน	ปัสสาวะ	Methyl Hippuric Acid	1,500 mg/g creatinine
	สไตรีน	ปัสสาวะ	Mandelic Acid	400 mg/g creatinine
โลหะหนัก	แคดเมียม	เลือด	Cadmium	5 µg /L
		ปัสสาวะ	Cadmium	5 ug/g creatinin
	สารหนู	ปัสสาวะ	Inorganic arsenic plus methylated metabolites	35 µg/L
	โครเมียม	ปัสสาวะ	Hexavalent chromium	10 µg/g creatinine (เก็บช่วงเวลาทำงาน)

มลพิษอากาศ		สิ่งส่งตรวจทางชีวภาพ	พารามิเตอร์	ค่ามาตรฐาน BEIs
		ปัสสาวะ	Hexavalent chromium	30 µg/g creatinine (เก็บช่วงเลิกงานวันสุดท้ายก่อนหยุดสุดสัปดาห์)
	ทองแดง	-	-	-
	เบริลเลียม	-	-	-
	ตะกั่ว	เลือด	Lead	30 ug/100 ml
	สังกะสี	-	-	-
	นิเกิล	ปัสสาวะ	Nickel	30 µg/L
	ปรอท	เลือด	Total inorganic mercury	15 ug/L
		ปัสสาวะ	Total inorganic mercury	20 ug/g creatinin

ที่มา: ประกาศกรมควบคุมโรค เรื่อง ข้อแนะนำการเฝ้าระวังสุขภาพจากพิษสารเคมี กรณีดัชนีชี้วัดการได้รับ/สัมผัสทางชีวภาพสำหรับผู้ประกอบอาชีพที่สัมผัสสารเคมีสำหรับประเทศไทย. สำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม. กรมควบคุมโรค. 2558

จะเห็นว่าการตรวจทางห้องปฏิบัติการเพื่อตรวจปริมาณสารเคมีที่ร่างกายได้รับนั้น มีหลายวิธีให้เลือกดำเนินการ อย่างไรก็ตาม จากการพิจารณาเกี่ยวกับปัจจัยความพร้อมทางห้องปฏิบัติการ และความอ่อนไหวด้านจริยธรรม การศึกษานี้จึงมุ่งเน้นที่การตรวจหาระดับสารเคมีในปัสสาวะ โดยจะตรวจตัวบ่งชี้ทางชีวภาพ (Biomarker) เฉพาะสารที่สามารถตรวจวิเคราะห์ได้จากตัวอย่างปัสสาวะเท่านั้น

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สำหรับข้อมูลผลกระทบที่เกิดจากการกำจัดมูลฝอยชุมชน หรือ เป็นมูลฝอยติดเชื้อ โดยวิธีการใช้เตาเผาโดยการศึกษาทบทวนวรรณกรรม บทความวิจัย ทั้งภายในและต่างประเทศ ที่เกี่ยวข้องกับมูลฝอยติดเชื้อตัวอย่างเช่น บทความวิจัย หมายบทความที่มีการศึกษาผลกระทบที่เกิดจากการเผามูลฝอยติดเชื้อในเตาเผาแล้วทำให้เกิดการปลดปล่อยมลพิษเข้าสู่สิ่งแวดล้อมทางอากาศผ่านเถ้าลอย ก๊าซ สารแขวนลอยต่างๆ โลหะหนัก ที่สาคัญๆ ได้แก่ ไดออกซิน (Polychlorinated dibengo-p-dioxins หรือเรียกชื่อย่อว่า PCDDs) ฟิวแรน (Polychlorinated dibenzo-furans หรือเรียกชื่อย่อว่า PCDFs) สาร polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) (Chen et al, 2009; Li, 2010; Mari, 2007; Hoyos, 2008; Gao, 2009; Karademir, 2004; Mao, 2007; Schuhmacher, Domingo, 2006) สารอนินทรีย์ที่ประกอบด้วยโลหะหนักต่างๆ ที่ปนเปื้อนกับเถ้าจากการเผาไหม้ กระจายออกสู่สิ่งแวดล้อมบริเวณใกล้เคียง (Singh, Prakash, 2007) ซึ่งความเป็นพิษของสารอันตรายเหล่านี้ มีความเป็นพิษเฉียบพลัน เรื้อรังต่อสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม เป็นสารก่อมะเร็ง เป็นพิษต่อระบบประสาทเป็นพิษต่อภูมิคุ้มกัน เกิดความผิดปกติต่อการสืบพันธุ์ เกิดความผิดปกติในทารก เป็นต้น สำหรับไดออกซินเป็นชื่อเรียกกลุ่มสารเคมีที่มี โครงสร้างเกี่ยวข้องกับสารพวก poly-chlorinated dibenzo-para-dioxins (PCDDs) และ polychlorinateddibenzofurans (PCDFs) และ poly-chlorinated biphenyls (PCBs) ซึ่งมีอยู่ประมาณ 419 ชนิด แต่จะมีเพียง 30 ชนิดที่มีพิษต่อสิ่งมีชีวิต โดยที่กลุ่มทางเคมี

2,3,7,8 tetrachlorodibenzo-para-dioxin (TCDD) จะมีพิษมากที่สุด สารไดออกซินเป็นสารที่มีความคงตัวสูง เมื่อเข้าสู่ร่างกายสิ่งมีชีวิตจะสามารถละลายในไขมันได้ดี และจะมีวงจรครึ่งชีพอยู่ได้นานถึงประมาณ 7 ปี เมื่ออยู่ในธรรมชาติสารไดออกซินจะเข้าไปสะสมอยู่ในวงจรห่วงโซ่ของอาหารของสิ่งมีชีวิต สารไดออกซินเกิดจากการเผาสารอินทรีย์ที่มีคลอรีนเป็นองค์ประกอบ กิจกรรมที่ถูกเพ่งเล็งมากที่สุดว่าเป็นสาเหตุของการเกิดไดออกซินคือ การเผาขยะ เนื่องจากมักจะเกิดการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ ถ้ามนุษย์ได้รับสารไดออกซินในปริมาณสูง ในระยะแรกจะเกิดการทำลายที่ผิวหนัง เช่น เป็นผื่นและไหม้ดำ จากนั้นจะมีผลกระทบต่อการทำหน้าที่ของตับ ในระยะยาวจะมีผลกระทบต่อการทำหน้าที่ของระบบภูมิ-คุ้มกันของร่างกาย ระบบประสาท ระบบต่อมไร้ท่อ และระบบสืบพันธุ์ ถ้าได้รับสารไดออกซินเป็นระยะเวลานานจะทาให้เกิดมะเร็งหลายชนิด ผลกระทบต่อสุขภาพจากการเผามูลฝอย อาจแยกผลกระทบจากประเด็นการศึกษาวิจัยที่เกิดขึ้น ดังนี้

งานวิจัยเกี่ยวกับผลกระทบต่อสุขภาพจากการประกอบอาชีพที่เกี่ยวข้องกับการเผามูลฝอย (Occupational Health Impacts)

คนงานที่ทำงานเกี่ยวข้องเตาเผามูลฝอยชุมชน มีความกังวลห่วงใยที่ต้องเผชิญกับการได้รับสารไดออกซินและสารพิษอื่น ๆ ในกากเถ้า โดยความเป็นไปได้ที่ต้องทางานในขั้นตอนการเก็บกวาดล้างกากเถ้า (Schecter et al., 1991) นอกจากนั้น NIOSH (1995) ยังได้กำหนดการควบคุมเทคโนโลยีต่าง ๆ ให้มีระดับความปลอดภัยสูงสุดของคนงานที่ต้องทางานกับเตาเผามูลฝอยที่ต้องเผชิญกับไดออกซิน และโลหะหนักต่างๆ ฝุ่นที่ปนเปื้อน ตะกั่ว แคดเมียม และปรอท

ผลการศึกษาการปนเปื้อนของสารไดออกซินในเลือดของ 94 คนงานที่ทำงานในโรงงานกำจัดมูลฝอยที่ใช้เตาเผาในประเทศญี่ปุ่น โดยพบมากกว่า 3.7 เท่า เมื่อเปรียบเทียบกับผู้ที่อาศัยใกล้เคียงแต่ไม่ได้ทำงานในโรงงานกำจัดมูลฝอยนั้น (Kitamura et al, 2000) ทำนองเดียวกับการศึกษาของ Schecter et al (1991) ที่เปรียบเทียบการปนเปื้อนของสารไดออกซินในเลือดของ 56 คนงานชายในโรงงานเตาเผามูลฝอยชุมชน พบว่ามีระดับสารไดออกซินในเลือดมากกว่าร้อยละ 30 ของกลุ่มควบคุมที่เป็นชายที่ไม่ได้เกี่ยวข้องกับสารพิษต่าง ๆ แต่ผลการศึกษาที่แตกต่างออกไปของ Papke et al (1993) ไม่พบการปนเปื้อนของสารไดออกซินในเลือดของคนงานเตาเผามูลฝอยชุมชน 10 คนในประเทศเยอรมัน ไม่สูงเกินเกณฑ์ปกติ และ Papke et al (1994) ก็ไม่พบการปนเปื้อนของสารไดออกซินในเลือดของคนงาน 31 คนงานที่ทางานเตาเผาของเสียอันตรายในประเทศเยอรมัน แต่พบการปนเปื้อนของสารฟิวแรน (hepta- and hexa-dibenzofurans) ในเลือดสูงเกินเกณฑ์จำนวน 2 คน นอกจากนี้ การศึกษาเกี่ยวกับผลกระทบทางสารพันธุกรรมของคนงานที่ทำงานที่เกี่ยวข้องกับเตาเผามูลฝอยของ Wultsch et al. (2011) โดยตรวจสอบความเสียหายของดีเอ็นเอ (DNAdamage) ที่ใช้วิธีตรวจสอบค่าเฉลี่ยของ single-cell gel electrophoresis (SCGE) และวิธี micronucleus (MN) assays ในเซลเม็ดเลือดขาว (lymphocytes) ของแต่ละคนงานจำนวน 23 รายที่ทำงานเกี่ยวข้องเตาเผามูลฝอยนานระหว่าง 1-11 เดือนในกรุงเวียนนา ประเทศออสเตรีย เปรียบเทียบกับบุคคลที่ไม่ได้ทำงานหรือเกี่ยวข้องกับเตาเผามูลฝอยจำนวน 19 ราย พบว่า ไม่มีความเสียหายของดีเอ็นเอและ MN ที่แตกต่างกันระหว่างกลุ่มที่ตรวจสอบทั้งสองกลุ่ม Kitamura et al (2000) ได้ทำการสอบสวนการเจ็บป่วยของคนงาน 94 รายที่ทำงานในโรงงานเตาเผามูลฝอยชุมชนในประเทศญี่ปุ่น ที่ทำการเผาระหว่างปี 1988-1997 และถูกปิดโรงงานไปเนื่องจากพบว่ามีการปนเปื้อนของสารไดออกซินลงสู่ดินในท้องที่นั้น โดยตรวจพบสารไดออกซินในเลือดของ

คนงานระหว่าง 13.3-805.8 ppt TEQ, ค่าเฉลี่ย 93.5 ppt TEQ ซึ่งพบว่า ระดับสารไดออกซินในเลือดที่สูงเกิน 100 ppt TEQ มีความสัมพันธ์กับ hyperlipidemia อย่างชัดเจน นอกจากนั้น Schecter et al. (1999) พบว่ามี คนงาน 2 คนที่ทำงานในเตาเผากำจัดของเสียหลายปีในประเทศญี่ปุ่น มีการปนเปื้อนระดับสารไดออกซินในเลือดค่อนข้างสูง คนหนึ่งมีระดับสารไดออกซินในเลือดสูงถึง 360 ppt TEQ เกิดอาการ Chloracne ซึ่งเป็นอาการทางผิวหนังอย่างหนึ่งที่เกิดจากการรับสัมผัสไดออกซิน ส่วนอีกคนมีระดับสารไดออกซินในเลือด 278 ppt TEQ ไม่เกิดอาการทางผิวหนังใด ๆ

นอกจากสารไดออกซินแล้ว ผลการศึกษาการรับสัมผัสสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ของพนักงานโรงงานเตาเผามูลฝอย ในกลุ่มตัวอย่าง 122 คน ประกอบด้วย กลุ่มคนงานที่ใกล้ชิดกับเตาเผา 45 คน กลุ่มคนงานรอบนอก 54 คน และกลุ่มบริหารงาน 23 คน พบว่า กลุ่มคนงานที่ใกล้ชิดกับเตาเผามีความเข้มข้นของโทลูอีนในเลือดสูงเมื่อเทียบกับกลุ่มคนงานรอบนอกและกลุ่มบริหารงาน นอกจากนี้พบความแตกต่างของความเข้มข้นของตะกั่วและแคดเมียมในเลือด และความเข้มข้นของอาร์เซนิก 2,4-dichlorophenol และ tetrachlorophenols ในปัสสาวะ ระหว่างกลุ่มคนงานที่ใกล้ชิดกับเตาเผากับกลุ่มคนงานในกลุ่มอื่น ๆ (R Wrbitzky, 1995) เช่นเดียวกับ A Maître (2003) ที่ศึกษาการรับสัมผัสอนุภาค โลหะหนัก และสารประกอบอินทรีย์ของพนักงานเตาเผามูลฝอยชุมชน 29 คน และกลุ่มควบคุม 17 คน จากโรงงานเตาเผามูลฝอย 2 แห่ง โดยเก็บตัวอย่างคุณภาพอากาศใกล้แหล่งกำเนิดมลพิษและที่ตัวพนักงานตลอดการทำงาน และเก็บตัวอย่างปัสสาวะก่อนและหลังเลิกงาน พบว่า ปริมาณอนุภาคและโลหะหนักในพื้นที่เตาเผามูลฝอยสูงกว่าพื้นที่ควบคุม 10-100 เท่า สารอินทรีย์ระเหยง่ายและอัลดีไฮด์พบในปริมาณที่ไม่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพ และปริมาณโลหะหนักในปัสสาวะของพนักงานโรงงานที่ 1 มากกว่าโรงงานที่ 2 เนื่องจากเป็นเตาเผาที่มีอายุการใช้งานมากกว่า อีกหนึ่งการศึกษาที่ดำเนินการจัดทำข้อมูลพื้นฐานของพนักงานก่อนดำเนินการเดินระบบเตาเผามูลฝอยอันตราย โดยศึกษาปริมาณสารโลหะหนักและสารอินทรีย์ในเลือดและปัสสาวะของพนักงาน 28 คน พบว่าปริมาณเบนซีน โทลูอีน เอทิลเบนซีน และเอ็ม-ไซลีน ต่ำกว่าค่าที่ตรวจวัดได้ และตรวจพบความเข้มข้น HCB, PCBs and PCDD/Fs ในเลือด และ CLPs and 1-HP ในปัสสาวะ ส่วนความเข้มข้นของ PCDD/F ในเลือดมีค่าระหว่าง 13.4-84 pg I-TEQ/g lipid (J L Domingo, 2001)

บทที่ 3 วิธีการศึกษา

3.1 การออกแบบการศึกษา

การศึกษานี้เป็นการศึกษาภาคตัดขวาง (Cross-Sectional Study) เพื่อศึกษาการรับสัมผัสมลพิษทางอากาศของพนักงานในโรงงานเตาเผามูลฝอย ออกแบบให้ตอบวัตถุประสงค์ทั้ง 3 ข้อ โดยเก็บรวบรวมข้อมูล 3 ส่วน ได้แก่ 1) ระดับความเข้มข้นของโลหะหนักและสารอินทรีย์ระเหยง่ายในปัสสาวะของพนักงานในโรงงานเตาเผามูลฝอย 2) พฤติกรรมส่วนบุคคลและพฤติกรรมการปฏิบัติงานของพนักงานในโรงงานเตาเผามูลฝอย และ 3) ปัจจัยที่ส่งผลต่อความเข้มข้นของโลหะหนักและสารอินทรีย์ระเหยง่ายในปัสสาวะของพนักงานในโรงงานเตาเผามูลฝอย

3.2 พื้นที่ศึกษา

โรงงานเตาเผามูลฝอยที่เทศบาลมอบหมายให้เอกชนดำเนินการเพื่อผลิตเป็นกระแสไฟฟ้า และมีการดำเนินงาน 2 ปีขึ้นไป ได้แก่ โรงงานเตาเผามูลฝอยแห่งหนึ่งในจังหวัดภูเก็ตและจังหวัดสงขลา ทำการศึกษาในพื้นที่ปฏิบัติงาน 3 แผนก ได้แก่ แผนกป้อนเชื้อเพลิง แผนกห้องควบคุมการเผาไหม้ และแผนกสำนักงาน

3.3 ประชากรที่ศึกษา

พนักงานที่ปฏิบัติงานในโรงงานเตาเผามูลฝอย มีเกณฑ์การคัดเข้า (Inclusion Criteria) คือ เป็นพนักงานที่ปฏิบัติงานในแผนกป้อนเชื้อเพลิง แผนกควบคุมการเผาไหม้ และแผนกสำนักงาน โดยต้องทำงานในตำแหน่งดังกล่าวอย่างน้อย 6 เดือน ซึ่งมีพนักงานที่เข้าเกณฑ์และยินดีเข้าร่วมการศึกษา จำนวน 60 คน แบ่งเป็น จังหวัดภูเก็ต 30 คน และจังหวัดสงขลา 30 คน และเกณฑ์การคัดการออก (Exclusion Criteria) คือ หากพนักงานคนนั้น ตั้งครรภ์ หรือป่วยเป็นโรคเรื้อรัง ได้แก่ เบาหวาน หัวใจ มะเร็ง

3.4 เครื่องมือ วิธีการเก็บข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อมูล

พารามิเตอร์	เครื่องมือ	วิธีการเก็บข้อมูล	การวิเคราะห์ข้อมูล
ความเข้มข้นของโลหะหนักและสารอินทรีย์ระเหยง่ายในปัสสาวะ			
ตัวบ่งชี้การรับสัมผัสโลหะหนักในปัสสาวะ - ปรอท (Hg) - แคดเมียม (Cd)	หลอดพลาสติกขนาด 15 ml (จำนวน 1 หลอดต่อคน) - Hg วิเคราะห์ด้วยเครื่อง ICP-MS - Cd วิเคราะห์ด้วยเครื่อง GF-AAS	1. ชี้แจงรายละเอียดให้กับผู้ปฏิบัติงาน 2. เตรียมอุปกรณ์เก็บตัวอย่างปัสสาวะ 3. ดำเนินการเก็บตัวอย่างปัสสาวะผู้ปฏิบัติงาน 4. เก็บรักษาตัวอย่างที่ -20°C และส่งตัวอย่างวิเคราะห์ห้องปฏิบัติการสำนักโรคจากการ	เปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานของ ACGIH 2015

พารามิเตอร์	เครื่องมือ	วิธีการเก็บข้อมูล	การวิเคราะห์ข้อมูล
		ประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม	
ตัวบ่งชี้การรับสัมผัสสารอินทรีย์ระเหยง่ายในปัสสาวะ - t,t-Muconic acid (บ่งชี้การรับสัมผัสเบนซีน) - Hippuric Acid (บ่งชี้การรับสัมผัสโทลูอีน) - Methyl Hippuric Acid (บ่งชี้การรับสัมผัสไซลีน) - Mandelic Acid (บ่งชี้การรับสัมผัสสไตรีน)	หลอดพลาสติกขนาด 15 ml (จำนวน 1 หลอดต่อคน) - วิเคราะห์ด้วยเครื่อง HPLC	1. ชี้แจงรายละเอียดให้กับผู้ปฏิบัติงาน 2. เตรียมอุปกรณ์เก็บตัวอย่างปัสสาวะ 3. ดำเนินการเก็บตัวอย่างปัสสาวะผู้ปฏิบัติงาน 4. เก็บรักษาตัวอย่างที่ -20°C และส่งตัวอย่างวิเคราะห์ห้องปฏิบัติการสำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม	เปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานของ ACGIH 2010
พฤติกรรมส่วนบุคคลและพฤติกรรมการปฏิบัติงานของพนักงาน			
<u>พฤติกรรมส่วนบุคคล</u> - เพศ - การสูบบุหรี่ - สภาพแวดล้อมที่มีโอกาสได้รับสัมผัส **<u>พฤติกรรมการปฏิบัติงาน</u>** - ลักษณะงานที่ทำก่อนและปัจจุบัน - พฤติกรรมการสวมอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลในขณะปฏิบัติงาน	แบบสอบถามพฤติกรรมส่วนบุคคลและพฤติกรรมการปฏิบัติงานของพนักงาน	1. จัดทำแบบสอบถามและชี้แจงรายละเอียดให้กับพนักงาน 2. สอบถามพฤติกรรมของพนักงาน 3. ตรวจสอบความเรียบร้อยของแบบสอบถามก่อนนำไปวิเคราะห์ผล	สถิติเชิงพรรณนา (ร้อยละ)

พารามิเตอร์	เครื่องมือ	วิธีการเก็บข้อมูล	การวิเคราะห์ข้อมูล
ปัจจัยที่ส่งผลต่อความเข้มข้นของโลหะหนักและสารอินทรีย์ระเหยง่ายในปัสสาวะของพนักงานในโรงงานเตาเผามูลฝอย			
<u>พฤติกรรมการปฏิบัติงาน</u> - ลักษณะงาน - ประเภทหน้ากาก - วิธีใส่หน้ากาก - การสวมหน้ากากในขณะปฏิบัติงาน - ระยะเวลาสวมหน้ากากในขณะปฏิบัติงาน **<u>สารบ่งชี้ในปัสสาวะ</u>** - ปรอท (Hg) - แคดเมียม (Cd) - t,t-Muconic acid (บ่งชี้การรับสัมผัสเบนซีน) - Hippuric Acid (บ่งชี้การรับสัมผัสโทลูอีน) - Methyl Hippuric Acid (บ่งชี้การรับสัมผัสไซลีน) - Mandelic Acid (บ่งชี้การรับสัมผัสสไตรีน)	โปรแกรมสำเร็จรูปที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ	1. คัดเลือกตัวแปรที่จะเปรียบเทียบความแตกต่าง 2. จัดการข้อมูลและตรวจสอบข้อมูลก่อนนำไปวิเคราะห์ผล	วิเคราะห์และแปลผลโดยใช้สถิตินอนพาราเมตริกด้วย Kruskal-Wallis test และ Mann-Whitney U test ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 เนื่องจากข้อมูลมีการแจกแจงไม่ปกติ

3.5 จริยธรรมการวิจัย

การศึกษานี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษามลพิษอากาศและผลกระทบต่อสุขภาพจากเตาเผามูลฝอย ซึ่งได้รับการรับรองโดยคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยกรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข

บทที่ 4 ผลการศึกษา

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาระดับความเข้มข้นของโลหะหนักและสารอินทรีย์ระเหยง่ายในปัสสาวะของพนักงานในโรงงานเตาเผามูลฝอย 2) ศึกษาพฤติกรรมส่วนบุคคลและพฤติกรรมการปฏิบัติงานของพนักงานในโรงงานเตาเผามูลฝอย และ 3) วิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อระดับความเข้มข้นของโลหะหนักและสารอินทรีย์ระเหยง่ายในปัสสาวะของพนักงานในโรงงานเตาเผามูลฝอย โดยผลการศึกษาแบ่งเป็น 3 ส่วน ตามวัตถุประสงค์ มีรายละเอียดดังนี้

4.1 การศึกษาระดับความเข้มข้นของโลหะหนักและสารอินทรีย์ระเหยง่ายในปัสสาวะของพนักงานในโรงงานเตาเผามูลฝอย

ดำเนินการเก็บตัวอย่างปัสสาวะพนักงานในโรงงานเตาเผามูลฝอย จำนวน 60 คน ประกอบด้วย แผนกป้อนเชื้อเพลิง 8 คน (ร้อยละ 13.33) แผนกห้องควบคุมการเผาไหม้ 26 คน (ร้อยละ 43.33) และแผนกสำนักงาน 26 คน (ร้อยละ 43.34) ด้วยหลอดพลาสติกขนาด 15 ml ส่งวิเคราะห์ที่ห้องปฏิบัติการสำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม ผลการศึกษาพบว่า

พื้นที่จังหวัดภูเก็ต เก็บตัวอย่างปัสสาวะพนักงาน จำนวน 30 คน ประกอบด้วย แผนกป้อนเชื้อเพลิง 2 คน (ร้อยละ 6.67) แผนกห้องควบคุมการเผาไหม้ 13 คน (ร้อยละ 43.33) และแผนกสำนักงาน 15 คน (ร้อยละ 50) พบว่า ความเข้มข้นของปรอท, แคดเมียม, t,t-Muconic acid, Hippuric acid, Methyl Hippuric acid และ Mandelic acid ในปัสสาวะ มีค่าระหว่าง 0.07-4.66 µg/g creatinine, <1 µg/g creatinine, 0-424.203 mg/g creatinine, 12.902-1,202.909 mg/g creatinine, 5.571-643.133 mg/g creatinine และ 0-1,111.509 mg/g creatinine ตามลำดับ ดังตารางที่ 4-1

ตารางที่ 4-1 แสดงความเข้มข้นของโลหะหนักและสารอินทรีย์ระเหยง่ายในปัสสาวะของพนักงานในโรงงานเตาเผามูลฝอยจังหวัดภูเก็ต

ลำดับ	แผนก	ผลการตรวจวิเคราะห์					
		Mercury	Cadmium	t,t-Muconic acid	Hippuric acid	Methyl Hippuric acid	Mandelic acid
หน่วยวัด		(µg/g creatinine)	(µg/g creatinine)	(mg/g creatinine)	(mg/g creatinine)	(mg/g creatinine)	(mg/g creatinine)
วิธีทดสอบ		ICP-MS	GF-AAS	HPLC	HPLC	HPLC	HPLC
ค่ามาตรฐาน		20 (ACGIH 2015)	5 (ACGIH 2015)	500 (ACGIH 2010)	1,600 (ACGIH 2010)	1,500 (ACGIH 2010)	400 (ACGIH 2010)
1	ป้อนเชื้อเพลิง	1.68	<1.0	ND	390.256	223.472	ND
2	ป้อนเชื้อเพลิง	0.52	<1.0	13.4	65.038	180.619	89.803
3	ห้องควบคุม	0.14	<1.0	21.148	144.741	122.652	379.749
4	ห้องควบคุม	1.53	<1.0	48.108	127.494	242.250	840.618
5	ห้องควบคุม	0.16	<1.0	8.24	12.902	32.436	ND

ลำดับ	แผนก	ผลการตรวจวิเคราะห์					
		Mercury	Cadmium	t,t-Muconic acid	Hippuric acid	Methyl Hippuric acid	Mandelic acid
หน่วยวัด		(µg/g creatinine)	(µg/g creatinine)	(mg/g creatinine)	(mg/g creatinine)	(mg/g creatinine)	(mg/g creatinine)
วิธีทดสอบ		ICP-MS	GF-AAS	HPLC	HPLC	HPLC	HPLC
ค่ามาตรฐาน		20 (ACGIH 2015)	5 (ACGIH 2015)	500 (ACGIH 2010)	1,600 (ACGIH 2010)	1,500 (ACGIH 2010)	400 (ACGIH 2010)
6	ห้องควบคุม	0.31	<1.0	93.874	1,202.909	643.133	ND
7	ห้องควบคุม	0.53	<1.0	ND	330.564	29.473	ND
8	ห้องควบคุม	0.39	<1.0	ND	105.173	23.773	ND
9	ห้องควบคุม	0.25	<1.0	43.51	31.174	55.063	ND
10	ห้องควบคุม	0.47	<1.0	ND	105.462	232.813	ND
11	ห้องควบคุม	0.39	<1.0	15.451	322.398	180.898	97.911
12	ห้องควบคุม	0.14	<1.0	69.508	18.429	58.346	31.178
13	ห้องควบคุม	0.46	<1.0	33.841	123.409	364.074	ND
14	ห้องควบคุม	0.21	<1.0	17.376	329.245	107.520	ND
15	ห้องควบคุม	1.09	<1.0	12.737	47.149	100.025	ND
16	สำนักงาน	1.23	<1.0	16.048	19.946	5.571	ND
17	สำนักงาน	0.84	<1.0	198.003	55.054	115.164	ND
18	สำนักงาน	0.15	<1.0	51.588	34.050	93.302	ND
19	สำนักงาน	0.14	<1.0	31.506	84.745	95.823	ND
20	สำนักงาน	0.11	<1.0	ND	142.182	81.881	ND
21	สำนักงาน	0.29	<1.0	40.82	143.549	80.259	ND
22	สำนักงาน	0.97	<1.0	22.547	192.327	189.202	ND
23	สำนักงาน	0.59	<1.0	21.478	105.645	272.557	227.058
24	สำนักงาน	0.31	<1.0	192.268	124.003	113.430	320.062
25	สำนักงาน	0.27	<1.0	424.203	44.519	172.489	ND
26	สำนักงาน	0.07	<1.0	19.327	35.489	150.692	ND
27	สำนักงาน	4.66	<1.0	84.364	43.074	140.047	ND
28	สำนักงาน	0.33	<1.0	ND	55.710	177.542	ND
29	สำนักงาน	0.23	<1.0	16.303	676.498	162.659	38.921
30	สำนักงาน	0.29	<1.0	ND	36.961	35.116	1,111.509

หมายเหตุ ND = Non detect

พื้นที่จังหวัดสงขลา เก็บตัวอย่างปัสสาวะพนักงาน จำนวน 30 คน ประกอบด้วย แผนกป้อนเชื้อเพลิง 6 คน (ร้อยละ 20) แผนกห้องควบคุมการเผาไหม้ 13 คน (ร้อยละ 43.33) และแผนกสำนักงาน 11 คน (ร้อยละ 36.67) พบว่า ความเข้มข้นของปรอท, แคดเมียม, t,t-Muconic acid, Hippuric acid, Methyl Hippuric acid และ Mandelic acid ในปัสสาวะ มีค่าระหว่าง <0.001-9.95 µg/g creatinine, <1.0-1.7 µg/g creatinine, 0-1,353 mg/g creatinine, 19.019-755.492 mg/g creatinine, 0-334.614 mg/g creatinine และตรวจไม่พบ ตามลำดับ ดังตารางที่ 4-2

ตารางที่ 4-2 แสดงความเข้มข้นของโลหะหนักและสารอินทรีย์ระเหยง่ายในปัสสาวะของพนักงานในโรงงานเตาเผามูลฝอยจังหวัดสงขลา

ลำดับ	แผนก	ผลการตรวจวิเคราะห์					
		Mercury	Cadmium	t,t-Muconic acid	Hippuric acid	Methyl Hippuric acid	Mandelic acid
หน่วยวัด		(µg/g creatinine)	(µg/g creatinine)	(mg/g creatinine)	(mg/g creatinine)	(mg/g creatinine)	(mg/g creatinine)
วิธีทดสอบ		ICP-MS	GF-AAS	HPLC	HPLC	HPLC	HPLC
ค่ามาตรฐาน		20 (ACGIH 2015)	5 (ACGIH 2015)	500 (ACGIH 2010)	1,600 (ACGIH 2010)	1,500 (ACGIH 2010)	400 (ACGIH 2010)
1	ป้อนเชื้อเพลิง	1.87	1.7	ND	453.821	315.324	ND
2	ป้อนเชื้อเพลิง	<0.001	<1.0	28	755.492	95.743	ND
3	ป้อนเชื้อเพลิง	12.42	<1.0	96	93.848	48.829	ND
4	ป้อนเชื้อเพลิง	<0.001	<1.0	15	285.073	24.486	ND
5	ป้อนเชื้อเพลิง	1.39	<1.0	40	19.019	88.588	ND
6	ป้อนเชื้อเพลิง	2.15	<1.0	ND	743.457	81.206	ND
7	ห้องควบคุม	6.75	<1.0	ND	32.396	4.213	ND
8	ห้องควบคุม	1.12	<1.0	63	84.071	26.336	ND
9	ห้องควบคุม	1.07	<1.0	ND	58.668	65.616	ND
10	ห้องควบคุม	2.143	<1.0	61	71.268	ND	ND
11	ห้องควบคุม	1.05	<1.0	132	69.819	2.553	ND
12	ห้องควบคุม	2.52	<1.0	13	111.44	ND	ND
13	ห้องควบคุม	4.58	<1.0	10	302.912	ND	ND
14	ห้องควบคุม	2.04	<1.0	27	295.916	7.525	ND
15	ห้องควบคุม	<0.001	<1.0	ND	507.723	ND	ND
16	ห้องควบคุม	<0.001	<1.0	1,353	21.321	43.055	ND
17	ห้องควบคุม	<0.001	<1.0	ND	24.29	5.667	ND
18	ห้องควบคุม	<0.001	0.5	ND	161.999	131.737	ND
19	ห้องควบคุม	3.05	<1.0	83	108.429	196.915	ND
20	สำนักงาน	1.41	<1.0	125	68.871	ND	ND
21	สำนักงาน	<0.001	<1.0	25	248.342	ND	ND

ลำดับ	แผนก	ผลการตรวจวิเคราะห์					
		Mercury	Cadmium	t,t-Muconic acid	Hippuric acid	Methyl Hippuric acid	Mandelic acid
หน่วยวัด		(µg/g creatinine)	(µg/g creatinine)	(mg/g creatinine)	(mg/g creatinine)	(mg/g creatinine)	(mg/g creatinine)
วิธีทดสอบ		ICP-MS	GF-AAS	HPLC	HPLC	HPLC	HPLC
ค่ามาตรฐาน		20 (ACGIH 2015)	5 (ACGIH 2015)	500 (ACGIH 2010)	1,600 (ACGIH 2010)	1,500 (ACGIH 2010)	400 (ACGIH 2010)
22	สำนักงาน	5.47	<1.0	2	48.525	ND	ND
23	สำนักงาน	1.58	<1.0	ND	712.319	48.127	ND
24	สำนักงาน	<0.001	<1.0	ND	426.528	32.566	ND
25	สำนักงาน	3.69	<1.0	5	67.132	136.503	ND
26	สำนักงาน	5.39	<1.0	9	365.409	ND	ND
27	สำนักงาน	9.06	<1.0	8	64.249	69.422	ND
28	สำนักงาน	9.25	<1.0	ND	100.207	222.602	ND
29	สำนักงาน	9.95	<1.0	14	101.786	215.497	ND
30	สำนักงาน	1.32	<1.0	ND	169.277	334.614	ND

หมายเหตุ ND = Non detect

4.2 การศึกษาพฤติกรรมส่วนบุคคลและพฤติกรรมการปฏิบัติงานของพนักงานในโรงงานเตาเผามูลฝอย

ดำเนินการเก็บข้อมูลโดยการสอบถามพนักงานที่ปฏิบัติงานในโรงงานเตาเผามูลฝอย จำนวน 60 คน ด้วยแบบสอบถามพฤติกรรมส่วนบุคคลและพฤติกรรมการปฏิบัติงาน ประกอบด้วยข้อมูล 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป ส่วนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับการทำงาน และส่วนที่ 3 ความคิดเห็นเกี่ยวกับงานที่ทำ ทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงพรรณนา (ร้อยละ) ผลการศึกษาพบว่า

พื้นที่จังหวัดภูเก็ต สอบถามพนักงานที่ปฏิบัติงานในโรงงานเตาเผามูลฝอย จำนวน 30 คน เป็นเพศชาย ร้อยละ 60 และเพศหญิง ร้อยละ 40 พฤติกรรมส่วนบุคคล ส่วนใหญ่ไม่สูบบุหรี่ ร้อยละ 63.33 แต่มีคนในบ้านสูบบุหรี่ ร้อยละ 66.67 และทำงานที่นี่แห่งแรก ร้อยละ 41.37 สำหรับพฤติกรรมการปฏิบัติงาน พบว่า ปฏิบัติงานในแผนกป้อนเชื้อเพลิง ร้อยละ 6.67 แผนกห้องควบคุม ร้อยละ 43.33 และแผนกสำนักงาน ร้อยละ 50 โดยส่วนใหญ่ ร้อยละ 90 ปฏิบัติงาน 8 ชั่วโมงต่อวัน การสวมอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลในขณะปฏิบัติงาน มีการสวมหน้ากากบางครั้ง ร้อยละ 50 โดยหน้ากากที่สวมเป็นหน้ากากแบบหมอ ร้อยละ 91.3 มีการสวมแบบปิดทั้งปากและจมูก ร้อยละ 100 และสวมน้อยกว่าครึ่งหนึ่งของเวลาทำงาน ร้อยละ 47.82 สำหรับความคิดเห็นเกี่ยวกับงานที่ทำ ผู้ปฏิบัติงานที่แสดงความคิดเห็นในแบบสอบถามส่วนใหญ่แสดงความคิดเห็นเป็นไปในทิศทางเดียวกัน คือ มีความตระหนักถึงความเสี่ยงที่จะได้รับมลพิษจากลักษณะของงานที่ทำอยู่ในปัจจุบัน เช่น อาจจะได้รับมลพิษจากฝุ่นละออง เชื้อโรค แก๊สพิษ ความร้อน สารเคมี เป็นต้น

พื้นที่จังหวัดสงขลา สอบถามพนักงานที่ปฏิบัติงานในโรงงานเตาเผามูลฝอย จำนวน 30 คน เป็นเพศชาย 18 คน และเพศหญิง 12 คน คิดเป็นร้อยละ 60 และ 40 ตามลำดับ พฤติกรรมส่วนบุคคล ส่วนใหญ่ไม่สูบบุหรี่ ร้อยละ 56.67 แต่ยังมีคนสูบอยู่ ร้อยละ 36.67 และเคยทำงานโรงงานอื่นมาก่อน ร้อยละ 43.33 สำหรับพฤติกรรมการปฏิบัติงาน พบว่า ปฏิบัติงานในแผนกป้อนเชื้อเพลิง 6 คน แผนกห้องควบคุม 13 คน และแผนกสำนักงาน 11 คน คิดเป็นร้อยละ 20, 43.33 และ 36.67 ตามลำดับ โดยส่วนใหญ่ปฏิบัติงานสัปดาห์ละ 6 วัน วันละ 8 ชั่วโมง คิดเป็นร้อยละ 68.96 และ 51.72 ตามลำดับ การสวมอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลในขณะปฏิบัติงาน ส่วนใหญ่สวมหน้ากากบางครั้ง ร้อยละ 60 ซึ่งหน้ากากที่สวมเป็นหน้ากากแบบหมอ ร้อยละ 53.84 และมีการสวมหน้ากากแบบอื่น ๆ เช่น หน้ากากผ้ากรองคาร์บอน ร้อยละ 42.31 โดยสวมหน้ากากแบบปิดทั้งปากและจมูก ร้อยละ 92.30 และสวมน้อยกว่าครึ่งหนึ่งของเวลาทำงาน ร้อยละ 56 สำหรับความคิดเห็นเกี่ยวกับงานที่ทำ ผู้ปฏิบัติงานที่แสดงความคิดเห็นในแบบสอบถามส่วนใหญ่แสดงความคิดเห็นเป็นไปในทิศทางเดียวกัน คือ มีความตระหนักถึงความเสี่ยงที่จะได้รับมลพิษจากลักษณะของงานที่ทำอยู่ในปัจจุบัน และรับรู้ว่าความเสี่ยงนั้นจะเกิดผลกระทบต่อสุขภาพอย่างไร เช่น อาจจะได้รับมลพิษจากฝุ่นละออง ควัน มีความเสี่ยงเป็นโรคระบบทางเดินหายใจ พิษจากสารเคมีในห้องปฏิบัติการ เสียงดัง ความร้อน เป็นต้น ดังตารางที่ 4-4

ตารางที่ 4-4 แสดงร้อยละของพฤติกรรมส่วนบุคคลและพฤติกรรมการปฏิบัติงานของพนักงานในโรงงานเตาเผามูลฝอยจังหวัดภูเก็ตและจังหวัดสงขลา

พฤติกรรม	รายละเอียด	จังหวัดภูเก็ต	จังหวัดสงขลา
ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป			
เพศ	1. ชาย	18 (60)	18 (60)
	2. หญิง	12 (40)	12 (40)
		30 (100)	**30 (100)**
การสูบบุหรี่	1. ไม่สูบ	19 (63.33)	17 (56.67)
	2. เคยสูบแต่เลิกแล้ว	2 (6.67)	2 (6.66)
	3. ยังสูบอยู่	9 (30)	11 (36.67)
		30 (100)	**30 (100)**
คนในบ้านสูบบุหรี่	1. ไม่มี	10 (33.33)	18 (60)
	2. มี	20 (66.67)	12 (40)
		30 (100)	**30 (100)**
สภาพแวดล้อมรอบบ้าน	1. ไม่มี	19 (63.33)	18 (60)
	2. ถนนที่มีการจราจรหนาแน่น	6 (20)	3 (10)
	3. โรงงานอุตสาหกรรม	5 (16.67)	7 (23.34)
	4. ปั้มน้ำมัน/แก๊สรถยนต์	-	1 (3.33)
	5. อู่ซ่อม เคาะ พ่นสี รถยนต์	-	1 (3.33)
	6. อื่น ๆ	-	-
		30 (100)	**30 (100)**
ส่วนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับการทำงาน			
ลักษณะงานที่ทำก่อนหน้า	1. ไม่มี	12 (41.37)	5 (16.67)
	2. งานโรงงานอื่น ๆ	8 (27.58)	13 (43.33)
	3. งานช่างในร้าน	-	3 (10)
	4. งานในปั้มน้ำมัน/ปั้มแก๊ส	-	1 (3.33)
	5. อื่น ๆ	9 (31.05)	8 (26.67)
		29 (100)	**30 (100)**
ลักษณะงานที่ทำปัจจุบัน	1. ป้อนวัตถุดิบเข้าเตาเผา/งานหน้าเตาเผา	2 (6.67)	6 (20)
	2. งานควบคุมการเผาไหม้	13 (43.33)	13 (43.33)
	3. งานสำนักงาน	15 (50)	11 (36.67)
		30 (100)	**30 (100)**
ระยะเวลาปฏิบัติงานต่อสัปดาห์	1. ทำงาน 4 วัน/สัปดาห์	3 (10)	6 (20.68)
	2. ทำงาน 5 วัน/สัปดาห์	1 (3.33)	3 (10.36)
	3. ทำงาน 6 วัน/สัปดาห์	26 (86.67)	20 (68.96)
		30 (100)	**29 (100)**

พฤติกรรม	รายละเอียด	จังหวัดภูเก็ต	จังหวัดสงขลา
ระยะเวลาปฏิบัติงานต่อวัน	1. ทำงาน 8 ชั่วโมง/วัน	27 (90)	15 (51.72)
	2. ทำงาน 10 ชั่วโมง/วัน	-	3 (10.35)
	3. ทำงาน 12 ชั่งโมง/วัน	3 (10)	11 (37.93)
		30 (100)	**29 (100)**
การสวมหน้ากากขณะปฏิบัติงาน	1. ไม่เคยใส่	7 (23.33)	3 (10)
	2. ใส่บางครั้ง	15 (50)	18 (60)
	3. ใส่ทุกครั้ง	8 (26.67)	9 (30)
		30 (100)	**30 (100)**
ประเภทของหน้ากากที่สวมใส่	1. หน้ากากผ้า	1 (4.35)	1 (3.85)
	2. หน้ากากแบบหมอ	21 (91.30)	14 (53.84)
	3. อื่นๆ	1 (4.35)	11 (42.31)
		23 (100)	**26 (100)**
วิธีการสวมใส่หน้ากาก	1. ปิดเฉพาะปาก	-	1 (3.85)
	2. ปิดเฉพาะจมูก	-	1 (3.85)
	3. ปิดทั้งปากและจมูก	23 (100)	24 (92.30)
		23 (100)	**26 (100)**
ระยะเวลาสวมหน้ากากในขณะปฏิบัติงาน	1. ตลอดเวลา	6 (26.09)	5 (20)
	2. มากกว่า ½ ของเวลาทำงาน	6 (26.09)	6 (24)
	3. น้อยกว่า ½ ของเวลาทำงาน	11 (47.82)	14 (56)
		23 (100)	**25 (100)**

ส่วนที่ 3 ความคิดเห็นเกี่ยวกับงานที่ทำ

จังหวัดภูเก็ต ผู้ปฏิบัติงานที่แสดงความคิดเห็นในแบบสอบถามส่วนใหญ่แสดงความคิดเห็นเป็นไปในทิศทางเดียวกัน คือ มีความตระหนักถึงความเสี่ยงที่จะได้รับมลพิษจากลักษณะของงานที่ทำอยู่ในปัจจุบัน เช่น อาจจะได้รับมลพิษจากฝุ่นละออง เชื้อโรค แก๊สพิษ ความร้อน สารเคมี เป็นต้น

จังหวัดสงขลา ผู้ปฏิบัติงานที่แสดงความคิดเห็นในแบบสอบถามส่วนใหญ่แสดงความคิดเห็นเป็นไปในทิศทางเดียวกัน คือ มีความตระหนักถึงความเสี่ยงที่จะได้รับมลพิษจากลักษณะของงานที่ทำอยู่ในปัจจุบัน และรับรู้ว่าความเสี่ยงนั้นจะเกิดผลกระทบต่อสุขภาพอย่างไร เช่น อาจจะได้รับมลพิษจากฝุ่นละออง ควัน มีความเสี่ยงเป็นโรคระบบทางเดินหายใจ พิษจากสารเคมีในห้องปฏิบัติการ เสียงดัง ความร้อน เป็นต้น

4.3 การวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อความเข้มข้นของโลหะหนักและสารอินทรีย์ระเหยง่ายในปัสสาวะของพนักงานในโรงงานเตาเผามูลฝอย

คัดเลือกปัจจัย/พฤติกรรมที่เกี่ยวข้องกับการรับสัมผัสมลพิษทางอากาศทางการหายใจจากการปฏิบัติงาน ได้แก่ ลักษณะงาน การสวมหน้ากากในขณะปฏิบัติงาน ประเภทของหน้ากาก วิธีสวมหน้ากาก และระยะเวลาสวมหน้ากากในขณะปฏิบัติงาน นำมาวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อความเข้มข้นของปรอท, t,t-Muconic acid, Hippuric acid และ Methyl Hippuric acid ในปัสสาวะของพนักงานในโรงงานเตาเผามูลฝอย ด้วยสถิติ Kruskal-Wallis test และ Mann-Whitney U test โดยดำเนินการตัดข้อมูลที่มีค่าผิดปกติ (Outlier) ก่อนนำไปวิเคราะห์ ทั้งนี้ แคดเมียม และ Mandelic acid มีค่าน้อยกว่าค่าที่ตรวจวัดได้และส่วนใหญ่ตรวจไม่พบ จึงไม่ได้นำมาวิเคราะห์ ผลการศึกษาพบว่า

พื้นที่จังหวัดภูเก็ต

1. ปัจจัยที่ส่งผลต่อความเข้มข้นของปรอทในปัสสาวะของพนักงาน โดยความเข้มข้นของปรอทในปัสสาวะ มีค่าต่ำสุด-สูงสุด เท่ากับ 0.07-1.09 µg/g creatinine และเมื่อนำมาวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อความเข้มข้นของปรอทในปัสสาวะ พบว่า

ลักษณะงาน ความเข้มข้นของปรอทในปัสสาวะของพนักงานในแผนกป้อนเชื้อเพลิง แผนกห้องควบคุมการเผาไหม้ และแผนกสำนักงาน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.52±0 mg/g creatinine, 0.378±0.262 mg/g creatinine และ 0.353±0.278 mg/g creatinine ตามลำดับ พบว่า ลักษณะงานไม่มีความสัมพันธ์กับความเข้มข้นของปรอทในปัสสาวะ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.512

การสวมหน้ากากในขณะปฏิบัติงาน ความเข้มข้นของปรอทในปัสสาวะของพนักงานในกลุ่มที่ไม่เคยสวม กลุ่มที่สวมบางครั้ง และกลุ่มที่สวมทุกครั้ง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.276±0213 µg/g creatinine, 0.397±0.3 µg/g creatinine และ 0.402±0.237 µg/g creatinine ตามลำดับ พบว่า การสวมหน้ากากในขณะปฏิบัติงานไม่มีความสัมพันธ์กับความเข้มข้นของปรอทในปัสสาวะ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.484

ประเภทของหน้ากาก ความเข้มข้นของปรอทในปัสสาวะของพนักงานในกลุ่มที่สวมผ้าปิดจมูกแบบหมอและกลุ่มที่สวมหน้ากากประเภทอื่น ๆ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.407±0.278 µg/g creatinine และ 0.25±0 µg/g creatinine ตามลำดับ พบว่า ประเภทของหน้ากากไม่มีความสัมพันธ์กับความเข้มข้นของปรอทในปัสสาวะ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.543

วิธีสวมหน้ากาก ความเข้มข้นของปรอทในปัสสาวะของพนักงานในกลุ่มปิดทั้งปากและจมูก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.399±0.273 µg/g creatinine แต่เนื่องจากมีกลุ่มเดียวจึงไม่สามารถนำมาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ได้

ระยะเวลาสวมหน้ากากในขณะปฏิบัติงาน ความเข้มข้นของปรอทในปัสสาวะของพนักงานในกลุ่มที่สวมตลอดเวลา กลุ่มที่สวมมากกว่าครึ่งหนึ่งของเวลาทำงาน และกลุ่มที่สวมน้อยกว่าครึ่งหนึ่งของเวลาทำงาน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.713±0.291 µg/g creatinine, 0.254±0.161 µg/g creatinine และ 0.271±0.078 µg/g creatinine พบว่า ระยะเวลาสวมหน้ากากในขณะปฏิบัติงานมีความสัมพันธ์กับความเข้มข้นของปรอทในปัสสาวะ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.005 ดังตารางที่ 4-5

ตารางที่ 4-5 แสดงค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของปรอทในปัสสาวะกับพฤติกรรมการปฏิบัติงานที่แตกต่างกันของพนักงานในโรงงานเตาเผามูลฝอยจังหวัดภูเก็ต

พารามิเตอร์		n	Mean±SD	Mean Rank	p-value
ลักษณะงาน (n=26)	1. แผนกป้อนเชื้อเพลิง	1	0.52±0	21	0.512
	2. แผนกห้องควบคุมการเผาไหม้	12	0.378±0.262	14.13	
	3. แผนกสำนักงาน	13	0.353±0.278	12.35	
การสวมหน้ากากในขณะปฏิบัติงาน (n=26)	1. ไม่เคยสวม	6	0.276±0213	10.25	0.484
	2. สวมบางครั้ง	13	0.397±0.3	14.23	
	3. สวมทุกครั้ง	7	0.402±0.237	14.93	
ประเภทของหน้ากาก (n=20)	1. ผ้าเช็ดหน้า	-	-	-	0.543
	2. ผ้าปิดจมูกแบบหมอ	19	0.407±0.278	10.68	
	3. อื่น ๆ	1	0.25±0	7	
วิธีสวมหน้ากาก (n=20)	1. ปิดเฉพาะปาก	-	-	เนื่องจากมีกลุ่มเดียวจึงไม่สามารถนำมาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ได้	
	2. ปิดเฉพาะจมูก	-	-		
	3. ปิดทั้งปากและจมูก	20	0.399±0.273		
ระยะเวลาสวมหน้ากากในขณะปฏิบัติงาน (n=20)	1. ตลอดเวลา	6	0.713±0.291	16.92	0.005*
	2. มากกว่า ½ ของเวลาทำงาน	5	0.254±0.161	6.4	
	3. น้อยกว่า ½ ของเวลาทำงาน	9	0.271±0.078	8.5	

* นัยสำคัญทางสถิติที่ <0.05

จากการวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อความเข้มข้นของปรอทในปัสสาวะ พบว่า ระยะเวลาสวมหน้ากากในขณะปฏิบัติงานมีความสัมพันธ์กับความเข้มข้นของปรอทในปัสสาวะ จึงนำไปทดสอบรายคู่ ด้วย Mann-Whitney U test พบว่า กลุ่มที่ใส่ตลอดเวลา มีความเข้มข้นของปรอทในปัสสาวะสูงกว่ากลุ่มที่ใส่น้อยกว่าครึ่งหนึ่งของเวลาทำงานและกลุ่มที่ใส่มากกว่าครึ่งหนึ่งของเวลาทำงาน ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ดังตารางที่ 4-6

ตารางที่ 4-6 แสดงค่าเฉลี่ยอันดับความเข้มข้นของปรอทในปัสสาวะกับระยะเวลาที่สวมหน้ากากในขณะปฏิบัติงาน

กลุ่มระยะเวลาที่สวมหน้ากากในขณะปฏิบัติงาน	Mean Rank	Mann-Whitney U (p-value)		
		ตลอดเวลา	มากกว่า ½ ของเวลาทำงาน	น้อยกว่า ½ ของเวลาทำงาน
ตลอดเวลา	16.92	-	0.028*	0.002*
มากกว่า ½ ของเวลาทำงาน	6.4		-	0.256
น้อยกว่า ½ ของเวลาทำงาน	8.5			-

* นัยสำคัญทางสถิติที่ <0.05

2. ปัจจัยที่ส่งผลต่อความเข้มข้นของ t,t-Muconic acid ในปัสสาวะของพนักงาน โดยความเข้มข้นของ t,t-Muconic acid ในปัสสาวะ มีค่าต่ำสุด-สูงสุด เท่ากับ 0-93.874 mg/g creatinine และเมื่อนำมาวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อความเข้มข้นของ t,t-Muconic acid ในปัสสาวะ พบว่า

ลักษณะงาน ความเข้มข้นของ t,t-Muconic acid ในปัสสาวะของพนักงานในแผนกป้อนเชื้อเพลิง แผนกห้องควบคุมการเผาไหม้ และแผนกสำนักงาน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.7±9.475 mg/g creatinine, 27.984±28.916 mg/g creatinine และ 25.331±24.501 mg/g creatinine ตามลำดับ พบว่า ลักษณะงานไม่มีความสัมพันธ์กับความเข้มข้นของ t,t-Muconic acid ในปัสสาวะ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.423

การสวมหน้ากากในขณะปฏิบัติงาน ความเข้มข้นของ t,t-Muconic acid ในปัสสาวะของพนักงานในกลุ่มที่ไม่เคยสวม กลุ่มที่สวมบางครั้ง และกลุ่มที่สวมทุกครั้ง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 23.288±13.539 mg/g creatinine, 21.118±28.049 mg/g creatinine และ 34.801±31.834 mg/g creatinine ตามลำดับ พบว่าการสวมหน้ากากในขณะปฏิบัติงานไม่มีความสัมพันธ์กับความเข้มข้นของ t,t-Muconic acid ในปัสสาวะอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.497

ประเภทของหน้ากาก ความเข้มข้นของ t,t-Muconic acid ในปัสสาวะของพนักงานในกลุ่มที่สวมผ้าเช็ดหน้า กลุ่มที่สวมผ้าปิดจมูกแบบหมอ และกลุ่มที่สวมหน้ากากประเภทอื่น ๆ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ <0 mg/g creatinine, 26.369±30.09 mg/g creatinine และ 43.51±0 mg/g creatinine ตามลำดับ พบว่า ประเภทของหน้ากากไม่มีความสัมพันธ์กับความเข้มข้นของ t,t-Muconic acid ในปัสสาวะ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.36

วิธีสวมหน้ากาก ความเข้มข้นของ t,t-Muconic acid ในปัสสาวะของพนักงานในกลุ่มปิดทั้งปากและจมูก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 25.907±29.359 mg/g creatinine แต่เนื่องจากมีกลุ่มเดียวจึงไม่สามารถนำมาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ได้

ระยะเวลาสวมหน้ากากในขณะปฏิบัติงาน ความเข้มข้นของ t,t-Muconic acid ในปัสสาวะของพนักงานในกลุ่มที่สวมตลอดเวลา กลุ่มที่สวมมากกว่าครึ่งหนึ่งของเวลาทำงาน และกลุ่มที่สวมน้อยกว่าครึ่งหนึ่งของเวลาทำงาน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 12.827±8.158 mg/g creatinine, 33.275±25.078 mg/g creatinine และ 28.263±38.3 mg/g creatinine ตามลำดับ พบว่า ระยะเวลาสวมหน้ากากในขณะปฏิบัติงานไม่มีความสัมพันธ์กับความเข้มข้นของ t,t-Muconic acid ในปัสสาวะ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.463 ดังตารางที่ 4-7

ตารางที่ 4-7 แสดงค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของ t,t-Muconic acid ในปัสสาวะกับพฤติกรรมการปฏิบัติงานที่แตกต่างกันของพนักงานในโรงงานเตาเผามูลฝอยจังหวัดภูเก็ต

พารามิเตอร์		n	Mean±SD	Mean Rank	p-value
ลักษณะงาน (n=27)	1. แผนกป้อนเชื้อเพลิง	2	6.7±9.475	7	0.423
	2. แผนกห้องควบคุมการเผาไหม้	13	27.984±28.916	14.38	
	3. แผนกสำนักงาน	12	25.331±24.501	14.75	
การสวมหน้ากากในขณะปฏิบัติงาน (n=27)	1. ไม่เคยสวม	7	23.288±13.539	15.43	0.497
	2. สวมบางครั้ง	13	21.118±28.049	12.15	
	3. สวมทุกครั้ง	7	34.801±31.834	16	
ประเภทของหน้ากาก (n=20)	1. ผ้าเช็ดหน้า	1	<0	3.5	0.36
	2. ผ้าปิดจมูกแบบหมอ	18	26.369±30.09	10.64	
	3. อื่น ๆ	1	43.51±0	15	
วิธีสวมหน้ากาก (n=20)	1. ปิดเฉพาะปาก	-	-	เนื่องจากมีกลุ่มเดียวจึงไม่สามารถนำมาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ได้	
	2. ปิดเฉพาะจมูก	-	-		
	3. ปิดทั้งปากและจมูก	20	25.907±29.359		
ระยะเวลาสวมหน้ากากในขณะปฏิบัติงาน (n=20)	1. ตลอดเวลา	5	12.827±8.158	8.9	0.463
	2. มากกว่า ½ ของเวลาทำงาน	6	33.275±25.078	12.92	
	3. น้อยกว่า ½ ของเวลาทำงาน	9	28.263±38.3	9.78	

* นัยสำคัญทางสถิติที่ <0.05

3. ปัจจัยที่ส่งผลต่อความเข้มข้นของ Hippuric acid ในปัสสาวะของพนักงาน โดยความเข้มข้นของ Hippuric acid ในปัสสาวะ มีค่าต่ำสุด-สูงสุด เท่ากับ 12.902-192.327 mg/g creatinine และเมื่อนำมาวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อความเข้มข้นของ Hippuric acid ในปัสสาวะ พบว่า

ลักษณะงาน ความเข้มข้นของ Hippuric acid ในปัสสาวะของพนักงานในแผนกป้อนเชื้อเพลิง แผนกห้องควบคุมการเผาไหม้ และแผนกสำนักงาน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 65.038±0 mg/g creatinine, 79.548±51.681 mg/g creatinine และ 79.803±53.005 mg/g creatinine ตามลำดับ พบว่า ลักษณะงานไม่มีความสัมพันธ์กับความเข้มข้นของ Hippuric acid ในปัสสาวะ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.978

การสวมหน้ากากในขณะปฏิบัติงาน ความเข้มข้นของ Hippuric acid ในปัสสาวะของพนักงานในกลุ่มที่ไม่เคยสวม กลุ่มที่สวมบางครั้ง และกลุ่มที่สวมทุกครั้ง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 93.566±49.613 mg/g creatinine, 84.093±57.309 mg/g creatinine และ 53.038±30.566 mg/g creatinine ตามลำดับ พบว่า การสวมหน้ากากในขณะปฏิบัติงานไม่มีความสัมพันธ์กับความเข้มข้นของ Hippuric acid ในปัสสาวะ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.351

ประเภทของหน้ากาก ความเข้มข้นของ Hippuric acid ในปัสสาวะของพนักงานในกลุ่มที่สวมผ้าปิดจมูกแบบหมอ และกลุ่มที่สวมหน้ากากประเภทอื่น ๆ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 75.755±51.243 mg/g creatinine และ 31.174±0 mg/g creatinine ตามลำดับ พบว่า ประเภทของหน้ากากไม่มีความสัมพันธ์กับความเข้มข้นของ Hippuric acid ในปัสสาวะ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.221

วิธีสวมหน้ากาก ความเข้มข้นของ Hippuric acid ในปัสสาวะของพนักงานในกลุ่มปิดทั้งปากและจมูก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 73.132±50.781 mg/g creatinine แต่เนื่องจากมีกลุ่มเดียวจึงไม่สามารถนำมาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ได้

ระยะเวลาสวมหน้ากากในขณะปฏิบัติงาน ความเข้มข้นของ Hippuric acid ในปัสสาวะของพนักงานในกลุ่มที่สวมตลอดเวลา กลุ่มที่สวมมากกว่าครึ่งหนึ่งของเวลาทำงาน และกลุ่มที่สวมน้อยกว่าครึ่งหนึ่งของเวลาทำงาน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 93.006±59.885 mg/g creatinine, 80.459±64.861 mg/g creatinine และ 57.049±37.861 mg/g creatinine ตามลำดับ พบว่า ระยะเวลาสวมหน้ากากในขณะปฏิบัติงานไม่มีความสัมพันธ์กับความเข้มข้นของ Hippuric acid ในปัสสาวะ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.341 ดังตารางที่ 4-8

ตารางที่ 4-8 แสดงค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของ Hippuric acid ในปัสสาวะกับพฤติกรรมการปฏิบัติงานที่แตกต่างกันของพนักงานในโรงงานเตาเผามูลฝอยจังหวัดภูเก็ต

พารามิเตอร์		n	Mean±SD	Mean Rank	p-value
ลักษณะงาน (n=24)	1. แผนกป้อนเชื้อเพลิง	1	65.038±0	13	0.978
	2. แผนกห้องควบคุมการเผาไหม้	9	79.548±51.681	12.11	
	3. แผนกสำนักงาน	14	79.803±53.005	12.71	
การสวมหน้ากากในขณะปฏิบัติงาน (n=24)	1. ไม่เคยสวม	7	93.566±49.613	14.43	0.351
	2. สวมบางครั้ง	11	84.093±57.309	13.18	
	3. สวมทุกครั้ง	6	53.038±30.566	9	
ประเภทของหน้ากาก (n=17)	1. ผ้าเช็ดหน้า	-	-	-	0.221
	2. ผ้าปิดจมูกแบบหมอ	16	75.755±51.243	9.38	
	3. อื่น ๆ	1	31.174±0	3	
วิธีสวมหน้ากาก (n=17)	1. ปิดเฉพาะปาก	-	-	เนื่องจากมีกลุ่มเดียวจึงไม่สามารถนำมาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ได้	
	2. ปิดเฉพาะจมูก	-	-		
	3. ปิดทั้งปากและจมูก	17	73.132±50.781		
ระยะเวลาสวมหน้ากากในขณะปฏิบัติงาน (n=17)	1. ตลอดเวลา	5	93.006±59.885	11.6	0.341
	2. มากกว่า ½ ของเวลาทำงาน	4	80.459±64.861	9	
	3. น้อยกว่า ½ ของเวลาทำงาน	8	57.049±37.861	7.38	

* นัยสำคัญทางสถิติที่ <0.05

4. ปัจจัยที่มีผลต่อความเข้มข้นของ Methyl Hippuric acid ในปัสสาวะของพนักงาน โดยความเข้มข้นของ Methyl Hippuric acid ในปัสสาวะ มีค่าต่ำสุด-สูงสุด เท่ากับ 5.571-272.557 mg/g creatinine และเมื่อนำมาวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อความเข้มข้นของ Methyl Hippuric acid ในปัสสาวะ พบว่า

ลักษณะงาน ความเข้มข้นของ Methyl Hippuric acid ในปัสสาวะของพนักงานในแผนกป้อนเชื้อเพลิง แผนกห้องควบคุมการเผาไหม้ และแผนกสำนักงาน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 202.045±30.301 mg/g creatinine, 107.749±79.644 mg/g creatinine และ 125.715±66.277 mg/g creatinine ตามลำดับ พบว่า ลักษณะงานไม่มีความสัมพันธ์กับความเข้มข้นของ Methyl Hippuric acid ในปัสสาวะ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.227

การสวมหน้ากากในขณะปฏิบัติงาน ความเข้มข้นของ Methyl Hippuric acid ในปัสสาวะของพนักงานในกลุ่มที่ไม่เคยสวม กลุ่มที่สวมบางครั้ง และกลุ่มที่สวมทุกครั้ง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 114.463±90.269 mg/g creatinine, 122.701±74.272 mg/g creatinine และ 133.808±63.316 mg/g creatinine ตามลำดับ พบว่า การสวมหน้ากากในขณะปฏิบัติงานไม่มีความสัมพันธ์กับความเข้มข้นของ Methyl Hippuric acid ในปัสสาวะ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.716

ประเภทของหน้ากาก ความเข้มข้นของ Methyl Hippuric acid ในปัสสาวะของพนักงานในกลุ่มที่ใช้ผ้าเช็ดหน้า กลุ่มที่สวมผ้าปิดจมูกแบบหมอ และกลุ่มที่สวมหน้ากากประเภทอื่น ๆ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 223.472±0 mg/g creatinine, 125.487±66.885 mg/g creatinine และ 55.063±0 mg/g creatinine ตามลำดับ พบว่า ประเภทของหน้ากากไม่มีความสัมพันธ์กับความเข้มข้นของ Methyl Hippuric acid ในปัสสาวะ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.257

วิธีสวมหน้ากาก ความเข้มข้นของ Methyl Hippuric acid ในปัสสาวะของพนักงานในกลุ่มปิดทั้งปากและจมูก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 126.74±68.842 mg/g creatinine แต่เนื่องจากมีกลุ่มเดียวจึงไม่สามารถนำมาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ได้

ระยะเวลาสวมหน้ากากในขณะปฏิบัติงาน ความเข้มข้นของ Methyl Hippuric acid ในปัสสาวะของพนักงานในกลุ่มที่สวมตลอดเวลา กลุ่มที่สวมมากกว่าครึ่งหนึ่งของเวลาทำงาน และกลุ่มที่สวมน้อยกว่าครึ่งหนึ่งของเวลาทำงาน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 166.453±49.746 mg/g creatinine, 102.55±76.803 mg/g creatinine และ117.426±69.774 mg/g creatinine ตามลำดับ พบว่า ระยะเวลาสวมหน้ากากในขณะปฏิบัติงานไม่มีความสัมพันธ์กับความเข้มข้นของ Methyl Hippuric acid ในปัสสาวะ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.176 ดังตารางที่ 4-9

ตารางที่ 4-9 แสดงค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของ Methyl Hippuric acid ในปัสสาวะกับพฤติกรรมการปฏิบัติงานที่แตกต่างกันของพนักงานในโรงงานเตาเผามูลฝอยจังหวัดภูเก็ต

พารามิเตอร์		n	Mean±SD	Mean Rank	p-value
ลักษณะงาน (n=28)	1. แผนกป้อนเชื้อเพลิง	2	202.045±30.301	23.5	0.227
	2. แผนกห้องควบคุมการเผาไหม้	11	107.749±79.644	12.64	
	3. แผนกสำนักงาน	15	125.715±66.277	14.67	
การสวมหน้ากากในขณะปฏิบัติงาน (n=28)	1. ไม่เคยสวม	6	114.463±90.269	12.5	0.716
	2. สวมบางครั้ง	14	122.701±74.272	14.43	
	3. สวมทุกครั้ง	8	133.808±63.316	16.13	
ประเภทของหน้ากาก (n=22)	1. ผ้าเช็ดหน้า	1	223.472±0	20	0.257
	2. ผ้าปิดจมูกแบบหมอ	20	125.487±66.885	11.4	
	3. อื่น ๆ	1	55.063±0	5	

พารามิเตอร์		n	Mean±SD	Mean Rank	p-value
วิธีสวมหน้ากาก (n=22)	1. ปิดเฉพาะปาก	-	-	เนื่องจากมีกลุ่มเดียวจึงไม่สามารถนำมาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ได้	
	2. ปิดเฉพาะจมูก	-	-		
	3. ปิดทั้งปากและจมูก	22	126.74±68.842		
ระยะเวลาสวมหน้ากากในขณะปฏิบัติงาน (n=22)	1. ตลอดเวลา	6	166.453±49.746	15.67	0.176
	2. มากกว่า ½ ของเวลาทำงาน	6	102.55±76.803	9.33	
	3. น้อยกว่า ½ ของเวลาทำงาน	10	117.426±69.774	10.3	

* นัยสำคัญทางสถิติที่ <0.05

พื้นที่จังหวัดสงขลา

1. ปัจจัยที่มีผลต่อความเข้มข้นของปรอทในปัสสาวะของพนักงาน โดยความเข้มข้นของปรอทในปัสสาวะ มีค่าต่ำสุด-สูงสุด เท่ากับ 1.07-9.95 µg/g creatinine และเมื่อนำมาวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อความเข้มข้นของปรอทในปัสสาวะ พบว่า

ลักษณะงาน ความเข้มข้นของปรอทในปัสสาวะของพนักงานในแผนกป้อนเชื้อเพลิง แผนกห้องควบคุมการเผาไหม้ และแผนกสำนักงาน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.8±0.384 µg/g creatinine, 2.7±1.895 µg/g creatinine และ 5.24±3.514 µg/g creatinine ตามลำดับ พบว่า ลักษณะงานไม่มีความสัมพันธ์กับความเข้มข้นของปรอทในปัสสาวะ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.198

การสวมหน้ากากในขณะปฏิบัติงาน ความเข้มข้นของปรอทในปัสสาวะของพนักงานในกลุ่มที่ไม่เคยสวม กลุ่มที่สวมบางครั้ง และกลุ่มที่สวมทุกครั้ง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.59±0.746 µg/g creatinine, 4.97±3.014 µg/g creatinine และ 1.52±0.43 µg/g creatinine ตามลำดับ พบว่า การสวมหน้ากากในขณะปฏิบัติงานมีความสัมพันธ์กับความเข้มข้นของปรอทในปัสสาวะ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.01

ประเภทของหน้ากาก ความเข้มข้นของปรอทในปัสสาวะของพนักงานในกลุ่มที่สวมผ้าปิดจมูกแบบหมอ และกลุ่มที่สวมหน้ากากประเภทอื่น ๆ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.03±2.525 µg/g creatinine และ 2.94±1.992 µg/g creatinine ตามลำดับ พบว่า ประเภทของหน้ากากไม่มีความสัมพันธ์กับความเข้มข้นของปรอทในปัสสาวะ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 1

วิธีสวมหน้ากาก ความเข้มข้นของปรอทในปัสสาวะของพนักงานในกลุ่มที่สวมปิดเฉพาะปาก กลุ่มที่สวมปิดเฉพาะจมูก และกลุ่มที่สวมปิดทั้งปากและจมูก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.58±0 µg/g creatinine, 6.75±0 µg/g creatinine และ 2.85±2.215 µg/g creatinine ตามลำดับ พบว่า วิธีสวมหน้ากากไม่มีความสัมพันธ์กับความเข้มข้นของปรอทในปัสสาวะ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.325

ระยะเวลาสวมหน้ากากในขณะปฏิบัติงาน ความเข้มข้นของปรอทในปัสสาวะของพนักงานในกลุ่มที่สวมตลอดเวลา กลุ่มที่สวมมากกว่าครึ่งหนึ่งของเวลาทำงาน และกลุ่มที่สวมน้อยกว่าครึ่งหนึ่งของเวลาทำงาน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.46±0.344 µg/g creatinine, 3.86±4.503 µg/g creatinine และ 3.91±2.414 µg/g creatinine ตามลำดับ พบว่า ระยะเวลาสวมหน้ากากในขณะปฏิบัติงานมีความสัมพันธ์กับความเข้มข้นของปรอทในปัสสาวะ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.046 ดังตารางที่ 4-10

ตารางที่ 4-10 แสดงค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของปรอทในปัสสาวะกับพฤติกรรมการปฏิบัติงานที่แตกต่างกันของพนักงานในโรงงานเตาเผามูลฝอยจังหวัดสงขลา

พารามิเตอร์		n	Mean±SD	Mean Rank	p-value
ลักษณะงาน (n=21)	1. แผนกป้อนเชื้อเพลิง	3	1.8±0.384	8	0.198
	2. แผนกห้องควบคุมการเผาไหม้	9	2.7±1.895	9.22	
	3. แผนกสำนักงาน	9	5.24±3.514	13.78	
การสวมหน้ากากในขณะปฏิบัติงาน (n=21)	1. ไม่เคยสวม	2	1.59±0.746	5.5	0.01*
	2. สวมบางครั้ง	13	4.97±3.014	14.23	
	3. สวมทุกครั้ง	6	1.52±0.43	5.83	
ประเภทของหน้ากาก (n=18)	1. ผ้าเช็ดหน้า	-	-	-	1.0
	2. ผ้าปิดจมูกแบบหมอ	12	3.03±2.525	9.5	
	3. อื่น ๆ	6	2.94±1.992	9.5	
วิธีสวมหน้ากาก (n=18)	1. ปิดเฉพาะปาก	1	1.58±0	7	0.325
	2. ปิดเฉพาะจมูก	1	6.75±0	17	
	3. ปิดทั้งปากและจมูก	16	2.85±2.215	9.19	
ระยะเวลาสวมหน้ากากในขณะปฏิบัติงาน (n=18)	1. ตลอดเวลา	4	1.46±0.344	4.25	0.046*
	2. มากกว่า ½ ของเวลาทำงาน	3	3.86±4.503	8	
	3. น้อยกว่า ½ ของเวลาทำงาน	11	3.91±2.414	11.82	

* นัยสำคัญทางสถิติที่ <0.05

จากการวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อความเข้มข้นของปรอทในปัสสาวะ พบว่า การสวมหน้ากากในขณะปฏิบัติงานและระยะเวลาสวมหน้ากากในขณะปฏิบัติงานมีความสัมพันธ์กับความเข้มข้นของปรอทในปัสสาวะ จึงนำไปทดสอบรายคู่ ด้วย Mann-Whitney U test พบว่า การสวมหน้ากาก กลุ่มที่สวมบางครั้งมีความเข้มข้นของปรอทในปัสสาวะสูงกว่ากลุ่มที่สวมทุกครั้ง และระยะเวลาสวมหน้ากาก กลุ่มที่สวมน้อยกว่าครึ่งหนึ่งของเวลาทำงานมีความเข้มข้นของปรอทในปัสสาวะสูงกว่ากลุ่มที่สวมตลอดเวลา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ดังตารางที่ 4-11 และ 4-12

ตารางที่ 4-11 แสดงค่าเฉลี่ยอันดับความเข้มข้นของปรอทในปัสสาวะกับการสวมหน้ากากในขณะปฏิบัติงาน

กลุ่มการสวมหน้ากากในขณะปฏิบัติงาน	Mean Rank	Mann-Whitney U (p-value)		
		ไม่เคยสวม	สวมบางครั้ง	สวมทุกครั้ง
ไม่เคยสวม	5.5	-	0.089	0.739
สวมบางครั้ง	14.23		-	0.005*
สวมทุกครั้ง	5.83			-

* นัยสำคัญทางสถิติที่ <0.05

ตารางที่ 4-12 แสดงค่าเฉลี่ยอันดับความเข้มข้นของปรอทในปัสสาวะกับระยะเวลาที่สวมหน้ากากในขณะปฏิบัติงาน

กลุ่มระยะเวลาที่สวมหน้ากากในขณะปฏิบัติงาน	Mean Rank	Mann-Whitney U (p-value)		
		ตลอดเวลา	มากกว่า ½ ของเวลาทำงาน	น้อยกว่า ½ ของเวลาทำงาน
ตลอดเวลา	4.25	-	0.724	0.009*
มากกว่า ½ ของเวลาทำงาน	8		-	0.392
น้อยกว่า ½ ของเวลาทำงาน	11.82			-

* นัยสำคัญทางสถิติที่ <0.05

2. ปัจจัยที่มีผลต่อความเข้มข้นของ t,t-Muconic acid ในปัสสาวะของพนักงาน โดยความเข้มข้นของ t,t-Muconic acid ในปัสสาวะ มีค่าต่ำสุด-สูงสุด เท่ากับ 0-63 mg/g creatinine และเมื่อนำมาวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อความเข้มข้นของ t,t-Muconic acid ในปัสสาวะ พบว่า

ลักษณะงาน ความเข้มข้นของ t,t-Muconic acid ในปัสสาวะของพนักงานในแผนกป้อนเชื้อเพลิง แผนกห้องควบคุมการเผาไหม้ และแผนกสำนักงาน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 20.67±16.669 mg/g creatinine, 17.4±25.079 mg/g creatinine และ 6.3±8.132 mg/g creatinine ตามลำดับ พบว่า ลักษณะงานไม่มีความสัมพันธ์กับความเข้มข้นของ t,t-Muconic acid ในปัสสาวะ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.349

การสวมหน้ากากในขณะปฏิบัติงาน ความเข้มข้นของ t,t-Muconic acid ในปัสสาวะของพนักงานในกลุ่มที่ไม่เคยสวม กลุ่มที่สวมบางครั้ง และกลุ่มที่สวมทุกครั้ง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 30.5±43.134 mg/g creatinine, 12.27±12.759 mg/g creatinine และ 12.89±22.031 mg/g creatinine ตามลำดับ พบว่า การสวมหน้ากากในขณะปฏิบัติงานไม่มีความสัมพันธ์กับความเข้มข้นของ t,t-Muconic acid ในปัสสาวะ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.574

ประเภทของหน้ากาก ความเข้มข้นของ t,t-Muconic acid ในปัสสาวะของพนักงานในกลุ่มที่ใช้ผ้าเช็ดหน้า กลุ่มที่สวมผ้าปิดจมูกแบบหมอ และกลุ่มที่สวมหน้ากากประเภทอื่น ๆ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ <0 mg/g creatinine, 23.82±23.134 mg/g creatinine และ 8±11.46 mg/g creatinine ตามลำดับ พบว่า ประเภทของหน้ากากไม่มีความสัมพันธ์กับความเข้มข้นของ t,t-Muconic acid ในปัสสาวะ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.193

วิธีสวมหน้ากาก ความเข้มข้นของ t,t-Muconic acid ในปัสสาวะของพนักงานในกลุ่มที่สวมปิดเฉพาะปาก กลุ่มที่สวมปิดเฉพาะจมูก และกลุ่มที่สวมปิดทั้งปากและจมูก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ <0 mg/g creatinine, <0 mg/g creatinine และ 17.1±19.955 mg/g creatinine ตามลำดับ พบว่า วิธีสวมหน้ากากไม่มีความสัมพันธ์กับความเข้มข้นของ t,t-Muconic acid ในปัสสาวะ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.306

ระยะเวลาสวมหน้ากากในขณะปฏิบัติงาน ความเข้มข้นของ t,t-Muconic acid ในปัสสาวะของพนักงานในกลุ่มที่สวมตลอดเวลา กลุ่มที่สวมมากกว่าครึ่งหนึ่งของเวลาทำงาน และกลุ่มที่สวมน้อยกว่าครึ่งหนึ่งของเวลาทำงาน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ <0 mg/g creatinine, 19.8±26.725 mg/g creatinine และ 17.83±19.305 mg/g creatinine ตามลำดับ พบว่า ระยะเวลาสวมหน้ากากในขณะปฏิบัติงานมีความสัมพันธ์กับความเข้มข้นของ t,t-Muconic acid ในปัสสาวะ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.046 ดังตารางที่ 4-13

ตารางที่ 4-13 แสดงค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของ t,t-Muconic acid ในปัสสาวะกับพฤติกรรมการปฏิบัติงานที่แตกต่างกันของพนักงานในโรงงานเตาเผามูลฝอยจังหวัดสงขลา

พารามิเตอร์		n	Mean±SD	Mean Rank	p-value
ลักษณะงาน (n=26)	1. แผนกป้อนเชื้อเพลิง	6	20.67±16.669	17	0.349
	2. แผนกห้องควบคุมการเผาไหม้	10	17.4±25.079	13.4	
	3. แผนกสำนักงาน	10	6.3±8.132	11.5	
การสวมหน้ากากในขณะปฏิบัติงาน (n=26)	1. ไม่เคยสวม	2	30.5±43.134	15.5	0.574
	2. สวมบางครั้ง	15	12.27±12.759	14.47	
	3. สวมทุกครั้ง	9	12.89±22.031	11.44	
ประเภทของหน้ากาก (n=22)	1. ผ้าเช็ดหน้า	1	<0	5	0.193
	2. ผ้าปิดจมูกแบบหมอ	11	23.82±23.134	13.73	
	3. อื่น ๆ	10	8±11.46	9.7	
วิธีสวมหน้ากาก (n=22)	1. ปิดเฉพาะปาก	1	<0	5	0.306
	2. ปิดเฉพาะจมูก	1	<0	5	
	3. ปิดทั้งปากและจมูก	20	17.1±19.955	12.15	

พารามิเตอร์		n	Mean±SD	Mean Rank	p-value
ระยะเวลาสวมหน้ากากในขณะปฏิบัติงาน (n=22)	1. ตลอดเวลา	5	<0	5.5	0.046*
	2. มากกว่า ½ ของเวลาทำงาน	5	19.8±26.725	12.8	
	3. น้อยกว่า ½ ของเวลาทำงาน	12	17.83±19.305	13.46	

* นัยสำคัญทางสถิติที่ <0.05

จากการวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อความเข้มข้นของ t,t-Muconic acid ในปัสสาวะ พบว่า ระยะเวลาสวมหน้ากากในขณะปฏิบัติงานมีความสัมพันธ์กับความเข้มข้นของ t,t-Muconic acid ในปัสสาวะ จึงนำไปทดสอบรายคู่ ด้วย Mann-Whitney U test พบว่า กลุ่มที่สวมน้อยกว่าครึ่งหนึ่งของเวลาทำงานมีความเข้มข้นของ t,t-Muconic acid ในปัสสาวะสูงกว่ากลุ่มที่สวมตลอดเวลา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ดังตารางที่ 4-14

ตารางที่ 4-14 แสดงค่าเฉลี่ยอันดับความเข้มข้นของ t,t-Muconic acid ในปัสสาวะกับระยะเวลาสวมหน้ากากในขณะปฏิบัติงาน

กลุ่มระยะเวลาสวมหน้ากากในขณะปฏิบัติงาน	Mean Rank	Mann-Whitney U (p-value)		
		ตลอดเวลา	มากกว่า ½ ของเวลาทำงาน	น้อยกว่า ½ ของเวลาทำงาน
ตลอดเวลา	5.5	-	0.054	0.012*
มากกว่า ½ ของเวลาทำงาน	12.8		-	0.915
น้อยกว่า ½ ของเวลาทำงาน	13.46			-

* นัยสำคัญทางสถิติที่ <0.05

3. ปัจจัยที่มีผลต่อความเข้มข้นของ Hippuric acid ในปัสสาวะของพนักงาน โดยความเข้มข้นของ Hippuric acid ในปัสสาวะ มีค่าต่ำสุด-สูงสุด เท่ากับ 19.019-755.492 mg/g creatinine และเมื่อนำมาวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อความเข้มข้นของ Hippuric acid ในปัสสาวะ พบว่า

ลักษณะงาน ความเข้มข้นของ Hippuric acid ในปัสสาวะของพนักงานในแผนกป้อนเชื้อเพลิง แผนกห้องควบคุมการเผาไหม้ และแผนกสำนักงาน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 580.462±299.91 mg/g creatinine, 144.634±141.708 mg/g creatinine และ 215.695±209.175 mg/g creatinine ตามลำดับ พบว่า ลักษณะงานมีความสัมพันธ์กับความเข้มข้นของ Hippuric acid ในปัสสาวะ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.048

การสวมหน้ากากในขณะปฏิบัติงาน ความเข้มข้นของ Hippuric acid ในปัสสาวะของพนักงานในกลุ่มที่ไม่เคยสวม กลุ่มที่สวมบางครั้ง และกลุ่มที่สวมทุกครั้ง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 216.27±252.406 mg/g creatinine, 213.173±231.313 mg/g creatinine และ 361.081±309.203 mg/g creatinine ตามลำดับ พบว่า การสวมหน้ากากในขณะปฏิบัติงานไม่มีความสัมพันธ์กับความเข้มข้นของ Hippuric acid ในปัสสาวะ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.556

ประเภทของหน้ากาก ความเข้มข้นของ Hippuric acid ในปัสสาวะของพนักงานในกลุ่มที่ใช้ผ้าเช็ดหน้า กลุ่มที่สวมผ้าปิดจมูกแบบหมอ และกลุ่มที่สวมหน้ากากประเภทอื่น ๆ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 161.999±0 mg/g creatinine, 257.611±275.22 mg/g creatinine และ 297.405±285.265 mg/g creatinine ตามลำดับ พบว่า ประเภทของหน้ากากไม่มีความสัมพันธ์กับความเข้มข้นของ Hippuric acid ในปัสสาวะ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.979

วิธีสวมหน้ากาก ความเข้มข้นของ Hippuric acid ในปัสสาวะของพนักงานในกลุ่มที่สวมปิดเฉพาะปาก กลุ่มที่สวมปิดเฉพาะจมูก และกลุ่มที่สวมปิดทั้งปากและจมูก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 712.319±0 mg/g creatinine, 62.396±0 mg/g creatinine และ 261.054±262.088 mg/g creatinine ตามลำดับ พบว่า วิธีสวมหน้ากากไม่มีความสัมพันธ์กับความเข้มข้นของ Hippuric acid ในปัสสาวะ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.333

ระยะเวลาสวมหน้ากากในขณะปฏิบัติงาน ความเข้มข้นของ Hippuric acid ในปัสสาวะของพนักงานในกลุ่มที่สวมตลอดเวลา กลุ่มที่สวมมากกว่าครึ่งหนึ่งของเวลาทำงาน และกลุ่มที่สวมน้อยกว่าครึ่งหนึ่งของเวลาทำงาน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 283.675±293.121 mg/g creatinine, 260.201±278.8 mg/g creatinine และ 247.357±286.605 mg/g creatinine ตามลำดับ พบว่า ระยะเวลาสวมหน้ากากในขณะปฏิบัติงานไม่มีความสัมพันธ์กับความเข้มข้นของ Hippuric acid ในปัสสาวะ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.898 ดังตารางที่ 4-15

ตารางที่ 4-15 แสดงค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของ Hippuric acid ในปัสสาวะกับพฤติกรรมการปฏิบัติงานที่แตกต่างกันของพนักงานในโรงงานเตาเผามูลฝอยจังหวัดสงขลา

พารามิเตอร์		n	Mean±SD	Mean Rank	p-value
ลักษณะงาน (n=30)	1. แผนกป้อนเชื้อเพลิง	6	580.462±299.91	23.17	0.048*
	2. แผนกห้องควบคุมการเผาไหม้	13	144.634±141.708	12.54	
	3. แผนกสำนักงาน	11	215.695±209.175	14.82	
การสวมหน้ากากในขณะปฏิบัติงาน (n=30)	1. ไม่เคยสวม	3	216.27±252.406	15.33	0.556
	2. สวมบางครั้ง	18	213.173±231.313	14.22	
	3. สวมทุกครั้ง	9	361.081±309.203	18.11	

พารามิเตอร์		n	Mean±SD	Mean Rank	p-value
ประเภทของหน้ากาก (n=26)	1. ผ้าเช็ดหน้า	1	161.999±0	14	0.979
	2. ผ้าปิดจมูกแบบหมอ	14	257.611±275.22	13.21	
	3. อื่น ๆ	11	297.405±285.265	13.82	
วิธีสวมหน้ากาก (n=26)	1. ปิดเฉพาะปาก	1	712.319±0	22	0.333
	2. ปิดเฉพาะจมูก	1	62.396±0	6	
	3. ปิดทั้งปากและจมูก	24	261.054±262.088	13.46	
ระยะเวลาสวมหน้ากากในขณะปฏิบัติงาน (n=25)	1. ตลอดเวลา	5	283.675±293.121	13	0.898
	2. มากกว่า ½ ของเวลาทำงาน	6	260.201±278.8	14.17	
	3. น้อยกว่า ½ ของเวลาทำงาน	14	247.357±286.605	12.5	

* นัยสำคัญทางสถิติที่ <0.05

จากการวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อความเข้มข้นของ Hippuric acid ในปัสสาวะ พบว่า ลักษณะงานมีความสัมพันธ์กับความเข้มข้นของ Hippuric acid ในปัสสาวะ จึงนำไปทดสอบรายคู่ ด้วย Mann-Whitney U test พบว่า กลุ่มแผนกป้อนเชื้อเพลิงมีความเข้มข้นของ Hippuric acid ในปัสสาวะสูงกว่ากลุ่มแผนกสำนักงานและกลุ่มแผนกห้องควบคุมการเผาไหม้ ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ดังตารางที่ 4-16

ตารางที่ 4-16 แสดงค่าเฉลี่ยอันดับความเข้มข้นของ Hippuric acid ในปัสสาวะกับลักษณะงาน

กลุ่มลักษณะงาน	Mean Rank	Mann-Whitney U (p-value)		
		แผนกป้อนเชื้อเพลิง	แผนกห้องควบคุมการเผาไหม้	แผนกสำนักงาน
แผนกป้อนเชื้อเพลิง	23.17	-	0.028*	0.034*
แผนกห้องควบคุมการเผาไหม้	12.54		-	0.434
แผนกสำนักงาน	14.82			-

* นัยสำคัญทางสถิติที่ <0.05

4. ปัจจัยที่มีผลต่อความเข้มข้นของ Methyl Hippuric acid ในปัสสาวะของพนักงาน โดยความเข้มข้นของ Methyl Hippuric acid ในปัสสาวะ มีค่าต่ำสุด-สูงสุด เท่ากับ 0-222.602 mg/g creatinine และเมื่อนำมาวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อความเข้มข้นของ Methyl Hippuric acid ในปัสสาวะ พบว่า

ลักษณะงาน ความเข้มข้นของ Methyl Hippuric acid ในปัสสาวะของพนักงานในแผนกป้อนเชื้อเพลิง แผนกห้องควบคุมการเผาไหม้ และแผนกสำนักงาน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 91.404±6.488 mg/g creatinine, 37.224±61.32 mg/g creatinine และ 72.471±88.379 mg/g creatinine ตามลำดับ พบว่า ลักษณะงานไม่มีความสัมพันธ์กับความเข้มข้นของ Methyl Hippuric acid ในปัสสาวะ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.105

การสวมหน้ากากในขณะปฏิบัติงาน ความเข้มข้นของ Methyl Hippuric acid ในปัสสาวะของพนักงานในกลุ่มที่ไม่เคยสวม กลุ่มที่สวมบางครั้ง และกลุ่มที่สวมทุกครั้ง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.851±1.473 mg/g creatinine, 74.45±78.579 mg/g creatinine และ 46.142±37.068 mg/g creatinine ตามลำดับ พบว่า การสวมหน้ากากในขณะปฏิบัติงานไม่มีความสัมพันธ์กับความเข้มข้นของ Methyl Hippuric acid ในปัสสาวะ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.15

ประเภทของหน้ากาก ความเข้มข้นของ Methyl Hippuric acid ในปัสสาวะของพนักงานในกลุ่มที่ใช้ผ้าเช็ดหน้า กลุ่มที่สวมผ้าปิดจมูกแบบหมอ และกลุ่มที่สวมหน้ากากประเภทอื่น ๆ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 131.737±0 mg/g creatinine, 44.33±57.366 mg/g creatinine และ 34.103±42.059 mg/g creatinine ตามลำดับ พบว่า ประเภทของหน้ากากไม่มีความสัมพันธ์กับความเข้มข้นของ Methyl Hippuric acid ในปัสสาวะ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.273

วิธีสวมหน้ากาก ความเข้มข้นของ Methyl Hippuric acid ในปัสสาวะของพนักงานในกลุ่มที่สวมปิดเฉพาะปาก กลุ่มที่สวมปิดเฉพาะจมูก และกลุ่มที่สวมปิดทั้งปากและจมูก มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 48.127±0 mg/g creatinine, 4.213±0 mg/g creatinine และ 45.734±55.146 mg/g creatinine ตามลำดับ พบว่า วิธีสวมหน้ากากไม่มีความสัมพันธ์กับความเข้มข้นของ Methyl Hippuric acid ในปัสสาวะ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.878

ระยะเวลาสวมหน้ากากในขณะปฏิบัติงาน ความเข้มข้นของ Methyl Hippuric acid ในปัสสาวะของพนักงานในกลุ่มที่สวมตลอดเวลา กลุ่มที่สวมมากกว่าครึ่งหนึ่งของเวลาทำงาน และกลุ่มที่สวมน้อยกว่าครึ่งหนึ่งของเวลาทำงาน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 39.904±30.956 mg/g creatinine, 59.3±48.98 mg/g creatinine และ 69.435±75.532 mg/g creatinine ตามลำดับ พบว่า ระยะเวลาสวมหน้ากากในขณะปฏิบัติงานไม่มีความสัมพันธ์กับความเข้มข้นของ Methyl Hippuric acid ในปัสสาวะ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.933 ดังตารางที่ 4-17

ตารางที่ 4-17 แสดงค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของ Methyl Hippuric acid ในปัสสาวะกับพฤติกรรมการปฏิบัติงานที่แตกต่างกันของพนักงานในโรงงานเตาเผามูลฝอยจังหวัดสงขลา

พารามิเตอร์		n	Mean±SD	Mean Rank	p-value
ลักษณะงาน (n=28)	1. แผนกป้อนเชื้อเพลิง	5	91.404±6.488	21	0.105
	2. แผนกห้องควบคุมการเผาไหม้	13	37.224±61.32	11.92	
	3. แผนกสำนักงาน	10	72.471±88.379	14.6	
การสวมหน้ากากในขณะปฏิบัติงาน (n=28)	1. ไม่เคยสวม	3	0.851±1.473	6	0.15
	2. สวมบางครั้ง	18	74.45±78.579	15.86	
	3. สวมทุกครั้ง	7	46.142±37.068	14.64	
ประเภทของหน้ากาก (n=24)	1. ผ้าเช็ดหน้า	1	131.737±0	23	0.273
	2. ผ้าปิดจมูกแบบหมอ	14	44.33±57.366	12.57	
	3. อื่น ๆ	9	34.103±42.059	11.22	
วิธีสวมหน้ากาก (n=24)	1. ปิดเฉพาะปาก	1	48.127±0	15	0.878
	2. ปิดเฉพาะจมูก	1	4.213±0	10	
	3. ปิดทั้งปากและจมูก	22	45.734±55.146	12.5	
ระยะเวลาสวมหน้ากากในขณะปฏิบัติงาน (n=23)	1. ตลอดเวลา	3	39.904±30.956	10.67	0.933
	2. มากกว่า ½ ของเวลาทำงาน	6	59.3±48.98	12.33	
	3. น้อยกว่า ½ ของเวลาทำงาน	14	69.435±75.532	12.14	

* นัยสำคัญทางสถิติที่ <0.05

บทที่ 5 สรุปผลการศึกษาและอภิปรายผล

จากการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ได้คัดเลือกโรงงานเตาเผามูลฝอยที่เทศบาลมอบหมายให้เอกชนดำเนินการเพื่อผลิตเป็นกระแสไฟฟ้า และมีการดำเนินงาน 2 ปีขึ้นไป คือ โรงงานเตาเผามูลฝอยแห่งหนึ่งในจังหวัดภูเก็ตและจังหวัดสงขลา ข้อมูลทั่วไปพบว่า โรงงานเตาเผามูลฝอยจังหวัดภูเก็ต มีอาคารบ่อพักมูลฝอย เป็นอาคารปิดและมีระบบรวบรวมอากาศภายในอาคารเข้าสู่เตาเผา เทคโนโลยีที่ใช้เป็นระบบเตาเผาแบบตะกรับ ในขณะที่โรงงานเตาเผามูลฝอยจังหวัดสงขลา เป็นอาคารแบบกึ่งเปิด ใช้เทคโนโลยี MSW Gasification โดยเก็บข้อมูลจากพนักงานที่ปฏิบัติงานใน 3 แผนก ได้แก่ แผนกป้อนเชื้อเพลิง แผนกห้องควบคุมการเผาไหม้ และแผนกสำนักงาน มีผลการศึกษา ดังนี้

1) ความเข้มข้นของโลหะหนักและสารอินทรีย์ระเหยง่ายในปัสสาวะของพนักงานในโรงงานเตาเผามูลฝอย พบว่า พนักงานในโรงงานเตาเผามูลฝอยจังหวัดภูเก็ต มีความเข้มข้นของ Mandelic acid ในปัสสาวะเกินค่ามาตรฐาน จำนวน 2 คน คือ แผนกห้องควบคุมการเผาไหม้ 1 คน (840.618 mg/g creatinine) และแผนกสำนักงาน 1 คน (1,111.509 mg/g creatinine) และพนักงานในโรงงานเตาเผามูลฝอยจังหวัดสงขลา มีความเข้มข้นของ t,t-Muconic acid ในปัสสาวะเกินค่ามาตรฐาน จำนวน 1 คน คือ แผนกห้องควบคุมการเผาไหม้ (1,353 mg/g creatinine) ซึ่งเป็นไปในแนวทางเดียวกันกับการศึกษาของ R Wrbitzky (1995) ที่กลุ่มคนงานที่ใกล้ชิดกับเตาเผามีความเข้มข้นของโทลูอีนในเลือดสูงเมื่อเทียบกับกลุ่มคนงานรอบนอกและกลุ่มบริหารงาน

2) พฤติกรรมส่วนบุคคลและพฤติกรรมการปฏิบัติงานของพนักงานในโรงงานเตาเผามูลฝอย พบว่า ทั้งสองพื้นที่มีพฤติกรรมส่วนบุคคลและพฤติกรรมการปฏิบัติงานที่เหมือนกัน คือ พนักงานส่วนใหญ่ไม่สูบบุหรี่ ระยะเวลาปฏิบัติงาน 8 ชั่วโมงต่อวัน และใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลโดยการสวมหน้ากากแบบหมอปิดทั้งปากและจมูกในขณะปฏิบัติงาน แต่พบว่ายังมีพฤติกรรมเสี่ยงที่อาจได้รับสัมผัสมลพิษทางอากาศจากการปฏิบัติงาน ได้แก่ การสวมหน้ากากบางครั้งในขณะปฏิบัติงานและสวมหน้ากากน้อยกว่าครึ่งหนึ่งของเวลาทำงาน

3) ปัจจัยที่ส่งผลต่อความเข้มข้นของโลหะหนักและสารอินทรีย์ระเหยง่ายในปัสสาวะของพนักงานในโรงงานเตาเผามูลฝอย พบว่า พื้นที่จังหวัดภูเก็ต ระยะเวลาสวมหน้ากากในขณะปฏิบัติงานมีความสัมพันธ์กับความเข้มข้นของปรอทในปัสสาวะ โดยกลุ่มที่สวมตลอดเวลาจะมีความเข้มข้นสูงกว่ากลุ่มที่สวมน้อยกว่าครึ่งหนึ่งของเวลาทำงานและกลุ่มที่สวมมากกว่าครึ่งหนึ่งของเวลาทำงาน เช่นเดียวกันในพื้นที่จังหวัดสงขลา ระยะเวลาสวมหน้ากากในขณะปฏิบัติงานมีความสัมพันธ์กับความเข้มข้นของปรอทและ t,t-Muconic acid ในปัสสาวะ โดยกลุ่มที่สวมน้อยกว่าครึ่งหนึ่งของเวลาทำงานจะมีความเข้มข้นสูงกว่ากลุ่มที่สวมตลอดเวลา นอกจากนี้การสวมหน้ากากในขณะปฏิบัติงานมีความสัมพันธ์กับความเข้มข้นของปรอทในปัสสาวะด้วยเช่นกัน โดยกลุ่มที่สวมบางครั้งจะมีความเข้มข้นสูงกว่ากลุ่มที่สวมทุกครั้ง อีกทั้งลักษณะงานยังมีความสัมพันธ์กับความเข้มข้นของ Hippuric acid ในปัสสาวะ โดยกลุ่มแผนกป้อนเชื้อเพลิงจะมีความเข้มข้นสูงกว่ากลุ่มแผนกสำนักงานและกลุ่มแผนกห้องควบคุมการเผาไหม้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05

จากการศึกษาพบว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อระดับความเข้มข้นของปรอท และ t,t-Muconic acid ในปัสสาวะ คือ การสวมหน้ากากและระยะเวลาสวมหน้ากากในขณะปฏิบัติงาน และพบปัจจัยที่ส่งผลต่อระดับความเข้มข้นของ Hippuric acid ในปัสสาวะ คือ ลักษณะงาน ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Somsiri Decharat (2012) ที่พนักงานเก็บขยะมีความเข้มข้นของปรอทในปัสสาวะสูงกว่ากลุ่มควบคุม โดยที่ตำแหน่งงาน ระยะเวลาการทำงาน การสวมอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล โดยเฉพาะการสวมหน้ากากและถุงมือ และสุขลักษณะส่วนบุคคล มีความสัมพันธ์กับความเข้มข้นของปรอทในปัสสาวะ ทั้งนี้ พนักงานในโรงงานเตาเผามูลฝอยทั้งสองพื้นที่ มีพฤติกรรมเสี่ยงที่อาจได้รับสัมผัสมลพิษทางอากาศจากการปฏิบัติงาน คือ การสวมหน้ากากบางครั้งในขณะปฏิบัติงานและสวมหน้ากากน้อยกว่าครึ่งหนึ่งของเวลาทำงาน ซึ่งสัมพันธ์กับปัจจัยที่ส่งผลต่อระดับความเข้มข้นของโลหะหนักและสารอินทรีย์ระเหยง่ายในปัสสาวะที่พบ อย่างไรก็ตาม โลหะหนักและสารอินทรีย์ระเหยง่ายสามารถเข้าสู่ร่างกายผ่านช่องทางอื่น ๆ เช่น การกิน การสูบบุหรี่ การสัมผัสทางผิวหนัง เป็นต้น รวมถึงการอยู่ในสภาพแวดล้อมที่ส่งผลต่อการสะสมของโลหะหนักและสารอินทรีย์ระเหยง่ายในบรรยากาศ เช่น การระบายอากาศไม่ดี ดังนั้น การลดความเสี่ยงจากการได้รับสัมผัสโลหะหนักและสารอินทรีย์ระเหยง่าย จึงต้องมีสุขลักษณะส่วนบุคคลที่ดีควบคู่กับการควบคุมปัจจัยสนับสนุนอื่นด้วย

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอต่อการศึกษาวิจัยต่อไป ควรมีการควบคุมปัจจัยแวดล้อมอื่น ๆ ที่มีผลต่อการได้รับสัมผัสสารโลหะหนักและสารอินทรีย์ระเหยง่าย เช่น การกิน การสูบบุหรี่ การสัมผัสทางผิวหนัง และควรมีการประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพตามลักษณะงานเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการสื่อสารความเสี่ยงให้กับพนักงานต่อไป

2. ข้อเสนอต่อผู้ประกอบการ ให้มีการเฝ้าระวังสุขภาพของพนักงานทุกคน เน้นพนักงานที่มีค่าความเข้มข้นของโลหะหนักและสารอินทรีย์ระเหยง่ายในปัสสาวะเกินค่ามาตรฐาน โดยควบคุมให้มีพฤติกรรมการปฏิบัติงานที่เหมาะสม เช่น การสวมหน้ากากทุกครั้งและสวมหน้ากากตลอดเวลาในขณะปฏิบัติงาน เพื่อลดความเสี่ยงจากการรับสัมผัสมลพิษทางอากาศในขณะปฏิบัติงาน

3. ข้อเสนอต่อกรมอนามัย ให้กำหนดกิจการรับทำการกำจัดมูลฝอยทั่วไปด้วยวิธีการเผาในเตาเผา เป็นกิจการที่มีความเสี่ยงสูงส่งผลกระทบต่อสภาวะความเป็นอยู่ที่เหมาะสมกับการดำรงชีวิตของประชาชน ภายใต้พระราชบัญญัติการสาธารณสุข พ.ศ. 2535 และที่แก้ไขเพิ่มเติม เพื่อให้มีมาตรการในการควบคุมกำกับการประกอบกิจการที่เข้มงวดขึ้น

เอกสารอ้างอิง

กรมควบคุมมลพิษ. รายงานสถานการณ์ขยะมูลฝอยชุมชนของประเทศไทย พ.ศ. 2558. กรุงเทพมหานคร: สำนักจัดการกากของเสียและสารอันตราย กรมควบคุมมลพิษ; 2560.

กรมควบคุมมลพิษ. Roadmap การจัดการขยะมูลฝอยและของเสียอันตราย ฉบับผ่านความเห็นชอบจากคณะรักษาความสงบแห่งชาติ เมื่อวันที่ 26 สิงหาคม 2557. กรุงเทพฯ: กรมควบคุมมลพิษ; 2557.

กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม กรมควบคุมมลพิษ. รายงานสถานการณ์มลพิษของประเทศไทย ปี 2556. กรุงเทพฯ ; 2557.

คณะกรรมการกำกับกิจการพลังงาน. รายชื่อผู้ได้รับใบอนุญาตผลิตไฟฟ้า. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก http://app04.erc.or.th/ELicense/Licenser/05_Reporting/504_ListLicensing_Columns_New.aspx?LicenseType=1 (วันที่ค้นข้อมูล: 15 มกราคม 2559).

ฐานความรู้เรื่องความปลอดภัยด้านสารเคมี. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก http://www.chemtrack.org/ (วันที่ค้นข้อมูล: 25 มกราคม 2559).

สำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม. (2558). *ประกาศกรมควบคุมโรค เรื่อง ข้อแนะนำการเฝ้าระวังสุขภาพจากพิษสารเคมี กรณีดัชนีชี้วัดการได้รับ/สัมผัสทางชีวภาพสำหรับผู้ประกอบอาชีพที่สัมผัสสารเคมีสำหรับประเทศไทย*. (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพ: บริษัทโอ-วิทย์ ประเทศไทย จำกัด.

ACGIH, (1992-1993). *Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents and Biological Exposure Indices*. Ohio: ACGIH, 1992.

Biggeri A., Barbone F., Lagazio C., Bovenzi M. and Stanta G. (1996). *Air pollution and lung cancer in Trieste, Italy: Spatial analysis of risk as a function of distance from sources*. Environmental Health Perspectives 104 (7):750-754.

Bresnitz E.A., Roseman J., Becker D. and Gracely E. (1992). *Morbidity among municipal waste incinerator workers*. American Journal of Industrial Medicine 22:363-378.

Buchholz B.A. and Landsberger S. (1995). *Leaching dynamics studies of municipal solid waste incinerator ash*. Journal of Air and Waste Management Association 45: 579-590.

Canadian Council of Ministers of the Environment. Canada – Wide Standards for Dioxin and Furans (Endorsed April 30-May 1, 2001, Winnipeg). [Internet]. 2001

Chen T, Li X, Yan J, Jin Y. *Polychlorinated biphenyls emission from a medical waste incinerator in China*. Journal of Hazardous Materials 2009; 172: 1339-1343.

Committee on the Carcinogenicity of Chemicals in Food, Consumer Products and theEnvironment (2000). *Cancer Incidence near municipal solid waste incinerators in Great Britain*. Available at the following website address: http://www.iacoc.org.uk/statements/ Municipalsolidwaste incineratorscoc 00s1march 2000.htm

Coutinho M, Pereira M, Rodrigues R, Borrego C. *Impact of medical waste incineration in the atmospheric PCDD/F levels of Porto, Portugal*. Science of the Total Environment 2006; 362: 157– 165.

Dahlgren G, Whitehead M. *Policies and strategies to promote social equity in health*. Stockholm: Institute for Future Studies; 1991.

Dempsey C.R. and Oppelt E.T. (1993). *Incineration of hazardous waste: a critical review update*. Air and Waste 43: 25-73.

Department of Pollution Control. 2014. *A roadmap for waste and hazardous waste management*. National Council for Peace and Order approved version. 26 August 2014.

Elliot P., Shaddick G., Kleinschmidt I., Jolley D., Walls P., Beresford J. and Grundy C. (1996). *Cancer incidence near municipal solid waste incinerators in Great Britain*. British Journal of Cancer 73: 702-710.

Environmental Protection Agency [U.S, EPA]. Risk assessment guidance for superfund volume i: human health evaluation manual (Part F, Supplemental Guidance for Inhalation Risk Assessment). Washington D.C: Office of Emergency and Re medial Response; 2009.

Ferre´-Huguet N, Nadal M, Mari M, Schuhmacher M, Borrajo MA, Domingo JL. *Monitoring Metals near a Hazardous Waste Incinerator. Temporal Trend in Soils and Herbage*. Bull Environ Contam Toxicol 2007; 79: 130–134.

Fiedler Heidelore. *National and regional dioxin and furan inventories*. Geneva, Switzerland: UNEP Chemicals; 1999.

Gao H, Ni Y, Zhang H, Zhao L, Zhang N, Zhang X, Zhang Q, Chen J. *Stack gas emissions of PCDD/Fs from hospital waste incinerators in China.* Chemosphere 2009; 77: 634–639.

Gonzalez C, Kogevinas M, Gadea E, Huici A, Bosch A, Bleda M, Papke O. *Biomonitoring study of people living near or working at a municipal solid-waste incinerator before and after two years of operation*. Arch. Environ. Health 2000; 55: 259-267.

Gochfeld M. *Incineration: health and environmental consequences*. Mt Sinai J Med. 1995 Oct; 62(5):365–374.

Hoyos A, Cobo M, Aristizbal B, Crdoba F, Montes de Correa C. *Total suspended particulate (TSP), polychlorinated dibenzodioxin (PCDD) and polychlorinated dibenzofuran (PCDF) emissions from medical waste incinerators in Antioquia, Colombia*. Chemosphere 2008; 73: S137–S142.

J L Domingo, M Schuhmacher, M C Agramunt, L Müller, F Neugebauer. *Levels of metals and organic substances in blood and urine of workers at a new hazardous waste incinerator*. 2001 May;74(4):263-9.

Karademir A. *Health risk assessment of PCDD/F emissions from a hazardous and medical waste incinerator in Turkey*. Environment International 2004; 30: 1027– 1038.

Kitamura K, Kikuchi Y, Watanbe S, Waechter G, Sakurai H, Takada T. *Health effects of chronic exposure to polychorinated dibenzo-p-dioxins (PCDD), dibenzofurans (PCDF) and coplanar PCBs (Co-PCB) of municipal waste incinerator workers*. Journal of Epidemiology 2000; 10 (4): 262-270.

Kurttio P, Pekkanen J, Alfthan G, Paunio M, Jaakkola JJK, Heinonen OP. *Increased mercury exposure in inhabitants living in the vicinity of a hazardous waste incinerator: A 10-year follow-up*. Archives of Environmental Health 1998; 53 (2): 129-137.

Li XD, Yan M, Chen T, Lu SY, Yan JH, Cen KF. *Levels of PCDD/Fs in soil in the vicinity of a medical waste incinerator in China: The temporal variation during 2007–2009*. Journal of Hazardous Materials 2010; 179: 783–789.

Michela Franchini at al. *Health effects of exposure to waste incinerator emission: a review of epidemiological studies*. Ann 1st Super Sanita 2004; 40 (1): 101-115

Mao IF, Chena CN, Linb YC, Chen ML. *Airborne particle PM2.5/PM10 mass distribution and particlebound PAH concentrations near a medical waste incinerator*. Atmospheric Environment 2007; 41: 2467–2475.

Mari M, Borrajo MA, Schuhmacher M, Doming JL. Monitoring *PCDD/Fs and other organic substances in workers of a hazardous waste incinerator: A case study*. Chemosphere 2007; 67: 574–581.

Miyake Y, Yura A, Misaki H, Ikeda Y, Usui T, Iki M; Shimizu T. *Relationship between distance of schools from the nearest municipal waste incineration plant and child health in Japan*. European Journal of Epidemiology 2005; 20: 1023–1029.

Miyata H, Kuriyama S, Nakao T, Aozasa O, Ohta S. *Contamination levels of PCDDs, PCDFs and non-ortho coplanar PCBs in blood samples collected from residents in high cancer-causing area close to batch-type municipal soild waste incinerator in Japan*. Organohalogen Compounds 1998; 38: 143-146.

Miyake Y, Yura A, Misaki H, Ikeda Y, Usui T, Iki M; Shimizu T. *Relationship between distance of schools from the nearest municipal waste incineration plant and child health in Japan*. European Journal of Epidemiology 2005; 20: 1023–1029.

Maitre, A., Collot-Fertey, D., Anzivino, L., Marques, M., Hours, M., & Stoklov, M. (2003). *Municipal waste incinerators: air and biological monitoring of workers for exposure to particles, metals, and organic compounds*. Occupational and Environmental Medicine, 60(8), 563–569.

NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health). NIOSH Health Hazard Evaluation Report. HETA 90-0329-2482. New York City Department of Sanitation. Public Health Service Centers for Disease Control and Prevention. National Institute for Occupational Safety and Health. (cited in NRC 2000).

National Institute for Occupational Safety and Health [NIOSH]. Manual of analytical methods, Ministry of the Environment Government of Japan. (1999). Environmental Quality Standards in Japan: Environmental Quality Standards for Dioxins (Notification on December 27,1999). Available from: https://www.env.go.jp/en/air/aq/aq.htm. no.7300: ELEMENTS by ICP (Nitric/Perchloric Acid Ashing). 4th ed. Cincinnati, OH: NIOSH; 2003.

National Institute for Occupational Safety and Health [NIOSH]. Manual of analytical methods, no.6009: Mercury. 4th ed. Cincinnati, OH: NIOSH; 1994.

National Institute for Occupational Safety and Health [NIOSH]. Manual of analytical methods, no.1501: hydrocarbon, aromatic. 4th ed. Cincinnati, OH: NIOSH; 2003.

OSHA. OSHA Occupational Chemical Database: Report Page. Occupational Safety & Health Administration [OSHA] [Internet]. 2018.

OSHA. *Chemical sampling information*. Retrieved April 21, 2014, from Occupational Safety & Health Administration [OSHA]. 2012.

Papke O, Ball M, Lis A. *Potential occupational exposure of municipal waste incinerator workers with PCDD/PCDF*. Organohalogen Compounds 1993; 9:169-172.

Papke O, Ball M, Menzel HM, Murzen R, Turcer E, Bolm-Audorff U. *Occupational exposure of chemical waste incinerators workers to PCDD/PCDF*. Organohalogen Compounds 1994; 21: 105-110

Pastorelli G., De Lauretis R., De Stefanis P., Morselli L. and Viviano G. *PCDD/PCDF from municipal solid waste incinerators in Italy*: an inventory of air emissions. Organohalogen Compounds 1991; 41:495-8.

Peter A. Behnisch, Kevin C. Jones, Hanspaul Hagenmaie, Ruth E. Alcock. *Dioxin-like PCBs in the environment - human exposure and the significance of sources*. Chemosphere; 1998.

Racho P, Jindal R. *Heavy metals in bottom ash from a medical-waste incinerator in Thailand*. Practice Periodical of Hazardous, Toxic, and Radioactive Waste Management 2004; January: 31-38.

R Malkin, P Brandt-Rauf, J Graziano, M Parides. *Blood lead levels in incinerator workers*. Pubmed. 1992; Oct;59(1):265-70.

R Wrbitzky, T Göen, S Letzel, F Frank, J Angerer. *Internal exposure of waste incineration workers to organic and inorganic substances.* Pubmed. 1995; 68(1):13-21.

Schecter AJ, Malkin R, Papke O, Ball M, Brandt-Rauf PW. (1991). *Dioxin levels in blood of municipal incinerator workers*. Med Sci Res. 1991; 19: 331-332.

Schecter A, Miyata H, Ohta S, Aozasa O, Nakao T, Masuda Y. *Chloracne and elevated dioxin and dibenzofuran levels in the blood of two Japanese MSW incinerator workers and of the wife of one worker*. Organohalogen Compounds 1999; 44: 247-250.

Schuhmacher M, Domingo JL. Long-term study of environmental levels of dioxins and furans in the vicinity of a municipal solid waste incinerator. Environment International 2006; 32: 397 – 404.

Singh S; Prakash V. *Toxic Environmental Releases from Medical Waste Incineration: A Review*. Environ Monit Assess 2007; 132: 67–81.

Shy, C.M., D. Degnan, D.L. Fox, S. Mukerjee, M.J. Hazucha, B.A. Boehlecke, D. Rothenbacher, P.M. Briggs, R.B. Devlin, D.D. Wallace, R.K. Stevens, and P.A. Bromberg. 1995. *Do waste incinerators induce adverse respiratory effects? An air quality and epidemiological study of six communities*. Environ. Health Perspect. 103(7-8):714-724.

Somsiri Decharat. *Mercury Exposure among Garbage Workers in Southern Thailand*. Department of Industrial Hygiene and Health Science, Faculty of Health and Sport Science, Thaksin University, Phattalung, Thailand. Dec 2012; 3(4): 268–277

U.S. Environmetal Protection Agency. Integrated Risk Information System: IRIS Assessment: List A to Z. Integrated risk information for ehtylbenzene [Monograph on the internet] Washington, DC: U.S. Environmental Protection Agency [Internet]. 1992

U.S. Environmental Protection Agency [U.S, EPA]. Risk assessment guidance for superfund volume i: human health evaluation manual (Part F, Supplemental Guidance for Inhalation Risk Assessment). Washington, D.C: Office of Emergency and Re medial Response; 2009.

U.S. Environmental Protection Agency, Integrated Risk Information System [IRIS]. Integrated risk information for benzene [Monograph on the internet]. Washington, DC: U.S. Environmental Protection Agency; 2003

U.S. Environmetal Protection Agency, Integrated Risk Information System [IRIS]. Integrated risk information for ehtylbenzene [Monograph on the internet]. Washington, DC: U.S. Environmental Protection Agency; 1991

U.S. Environmental Protection Agency, Integrated Risk Information System [IRIS]. Integrated risk information for toluene [Monograph on the internet]. Washington, DC: U.S. Environmental Protection Agency; 2005

U.S. Environmental Protection Agency, Integrated Risk Information System [IRIS]. Integrated risk information system for xylene [Monograph on the internet]. Washington, DC: U.S. Environmental Protection Agency; 2003

U.S. Environmental Protection Agency, Integrated Risk Information System [IRIS]. Integrated risk information system for Styrene [Monograph on the internet]. Washington, DC: U.S. Environmental Protection Agency; 1992

Viel JF, Clément MC, Hägi M, Grandjean S, Challier B; Danzon A. *Dioxin emissions from a municipal solid waste incinerator and risk of invasive breast cancer: a population-based case-control study with GIS-derived exposure*. International Journal of Health Geographics 2008, 7:4

Viel JF, Arveux P, Baverel J; Cahn JY. *Soft-tissue sarcoma and non-Hodgkin's lymphoma clustersaround a municipal solid waste incinerator with high dioxin emission levels*. Am. J. Epidem. 2000; 152:13-19.

Wultsch G, Misik M, Nersesyan A, Knasmueller S. *Genotoxic effects of occupational exposure measured in lymphocytes of waste-incinerator workers*. Mutation Research 2011; 720: 3-7.

Xie R, Li WJ, Li J, Wu BL, Yi JQ. *Emissions investigation for a novel medical waste incinerator*. Journal of Hazardous Materials 2009; 166: 365–371.

Zambon P, Ricci P, Bovo E, Casula A, Gattolin M, Fiore AR, Chiosi F; Guzzinati S. *Sarcoma risk and dioxin emissions from incinerators and industrial plants: a population-based case-control study (Italy)*. Environmental Health 2007, 6:19.

Zhao L, Zhang FS, Wang K, Zhu J. *Chemical properties of heavy metals in typical hospital waste incinerator ashes in China*. Waste Management. 2008; 29: 1114–1121.

Zubero MB, Aurrekoetxea JJ, Ibarluzea JM, Arenaz MJ, Rodriguez C, Saenx JR. *Heavy metal levels (Pb, Cd, Cr and Hg) in the adult general population near an urban solid waste incinerator*. Science of the Total Environment 2010; 408: 4468-4474.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
ใบรับรองโครงการวิจัย

ใบรับรองโครงการวิจัย

การประชุมครั้งที่ - วันที่ -

รหัสโครงการวิจัย 099

เรื่อง การศึกษามลพิษอากาศและผลกระทบต่อสุขภาพจากเตาเผามูลฝอย

ผู้วิจัยหลัก นางสุกานดา พัดพาดี

เป็นการพิจารณาโครงการวิจัยแบบเร่งรัด	☑ใช่	☐ไม่ใช่
เป็นการพิจารณาโครงการวิจัยที่แก้ไข	☐ใช่	☑ไม่ใช่
ถ้า **ใช่** วันที่พิจารณาครั้งก่อน		
เป็นการพิจารณารายงานความก้าวหน้าของโครงการวิจัย	☐ใช่	☑ไม่ใช่

ผลการพิจารณาของคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัย ครั้งนี้

☑รับรอง วันที่พิจารณารับรอง 31 มีนาคม 2559

โครงการวิจัย	ฉบับที่.....1.....	วันที่ .....31..... มีนาคม.....2559.....
เอกสารแนะนำอาสาสมัคร	ฉบับที่.....1.....	วันที่ .....31..... มีนาคม.....2559.....
ใบยินยอม	ฉบับที่.....1.....	วันที่ .....31..... มีนาคม.....2559.....
เครื่องมือ (ระบุ)	ฉบับที่.....1.....	วันที่ .....31..... มีนาคม.....2559.....

ลงนาม.....

(นายจรัญ จันตราลัยศรี)

ประธานกรรมการจริยธรรมการวิจัยกรมอนามัย

รับรองตั้งแต่วันที่....31.... มีนาคม....2559.... ถึงวันที่....30.... มีนาคม....2560....

หมายเหตุ

- คณะกรรมการฯ ขอแจ้งเกี่ยวกับหน้าที่และความรับผิดชอบของผู้วิจัยภายหลังได้รับการอนุมัติ คือ ต้องรายงานความก้าวหน้าของการวิจัยให้คณะกรรมการฯ ทราบทุก 6 เดือน (RF13-01) และเมื่อเกิดเหตุการณ์ต่อไปนี้ ทุกครั้ง ได้แก่

1) เมื่อมีอาการไม่พึงประสงค์เกิดขึ้นในโครงการ หากเป็นอาการไม่พึงประสงค์ที่ร้ายแรงต้องรายงานให้คณะกรรมการฯ ทราบโดยเร็วและให้ผู้วิจัยวิเคราะห์สถานการณ์การเกิดอาการไม่พึงประสงค์ว่าเกี่ยวข้องกับโครงการวิจัยที่ท่านรับผิดชอบหรือไม่ อย่างไร หากเกี่ยวข้องเกี่ยวข้องในระดับใด รวมทั้งการดูแลรักษาและป้องกันอาสาสมัครด้วย (RF18-01, RF18-02)

2) เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงในโครงการวิจัยต้องระบุให้ชัดเจนว่า มีการเปลี่ยนแปลงอะไร อย่างไร พร้อมทั้งเหตุผลที่เปลี่ยนแปลงเพื่อขอความเห็นชอบจากคณะกรรมการฯ ก่อน (RF12-01)

3) เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงหัวหน้าโครงการวิจัยหรือเพิ่มเติมคณะผู้วิจัย ต้องส่งประวัติของคนที่เปลี่ยนแปลง พร้อมเหตุผลให้คณะกรรมการฯ เพื่อพิจารณาให้ความเห็นชอบก่อน

4) เมื่อโครงการวิจัยยุติลง ซึ่งอาจจะเป็นการดำเนินการวิจัยเสร็จสมบูรณ์ หรืออาจจะไม่สามารถดำเนินการวิจัยต่อไปได้ พร้อมทั้งสาเหตุของการยุติโครงการวิจัยด้วย (RF14-01)

ภาคผนวก ข
ใบยินยอมเข้าร่วมการศึกษา

การวิจัยเรื่อง การศึกษาการรับสัมผัสมลพิษทางอากาศของพนักงานในโรงงานเตาเผามูลฝอย กรณีศึกษาจังหวัดภูเก็ตและจังหวัดสงขลา

วันที่ให้คำยินยอม ..... เดือน ..... พ.ศ. .....

ก่อนลงนามในใบยินยอมให้วิจัยนี้ ข้าพเจ้าได้รับการอธิบายจากผู้วิจัยถึงวัตถุประสงค์ของการวิจัย วิธีการ อันตรายหรืออาการที่อาจเกิดขึ้นจากการวิจัย รวมทั้งประโยชน์ที่จะเกิดขึ้นจากการวิจัยอย่างละเอียด และมีความเข้าใจดีแล้ว

ผู้วิจัยรับรองว่าจะตอบคำถามต่าง ๆ ที่ข้าพเจ้าสงสัยด้วยความเต็มใจ ไม่ปิดบังซ่อนเร้น จนข้าพเจ้าพอใจ

ข้าพเจ้าเข้าร่วมโครงการวิจัยนี้โดยสมัครใจและมีสิทธิบอกเลิกการเข้าร่วมโครงการวิจัยเมื่อใดก็ได้ โดยการบอกเลิกการเข้าร่วมการวิจัยนี้จะไม่มีผลต่อการรักษาโรคที่ข้าพเจ้าพึงได้รับต่อไป

ผู้วิจัยรับรองว่าจะเก็บข้อมูลเฉพาะเกี่ยวกับตัวข้าพเจ้าเป็นความลับและเปิดเผยเฉพาะส่วนสรุปเป็นผลการวิจัย หรือเปิดเผยข้อมูลต่อผู้มีหน้าที่ที่เกี่ยวข้องกับการสนับสนุนและกำกับดูแลการวิจัยเท่านั้น

ผู้วิจัยรับรองว่าหากเกิดอันตรายใด ๆ จากการวิจัยดังกล่าว ข้าพเจ้าจะได้รับการรักษาพยาบาล โดยประสานอำนวยความสะดวกกับหน่วยงานบริการในพื้นที่

ทั้งนี้หากมีคำถามเกี่ยวกับสิทธิความปลอดภัยในการวิจัยนี้ ข้าพเจ้าสามารถติดต่อสอบถามได้ที่สำนักงานเลขานุการคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยกรมอนามัย ห้อง 1304 อาคาร 1 ชั้น 3 (ในสำนักสร้างและจัดการความรู้) ตึกกรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข อ.เมือง จ.นนทบุรี 11000 โทร 02 590 4224 โทรสาร 02 591 8147

ข้าพเจ้าได้อ่านข้อความข้างต้นแล้ว มีความเข้าใจดีทุกประการ และลงนามในใบยินยอมนี้ด้วยความเต็มใจ

ลงนาม ..... ผู้ยินยอม

ลงนาม ..... ผู้วิจัย

ลงนาม ..... พยาน

ข้าพเจ้าไม่สามารถอ่านหนังสือได้ แต่ผู้วิจัยได้อ่านข้อความในใบยินยอมนี้ให้ข้าพเจ้าฟังจนเข้าใจดีแล้ว ข้าพเจ้าจึงได้ลงนามในใบยินยอมนี้ด้วยความเต็มใจ

ลงนาม ..... ผู้ยินยอม

ลงนาม ..... ผู้วิจัย

ลงนาม ..... พยาน

ภาคผนวก ค
การเก็บตัวอย่างปัสสาวะพนักงาน

ภาคผนวก ง

แบบสอบถามพฤติกรรมส่วนบุคคลและพฤติกรรมการปฏิบัติงานของพนักงาน

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

1. เพศ ☐ 1.ชาย ☐ 2.หญิง

2. อายุ.....ปี

3. น้ำหนัก.....กิโลกรัม

4. ส่วนสูง.....เซนติเมตร

5. ท่านมีโรคประจำตัวหรือไม่

☐ 0.ไม่มี

☐ 1. มี ระบุ.....

6. ท่านสูบบุหรี่มากน้อยเพียงใด

☐ 0. ไม่เคย

☐ 1. เคยสูบ แต่เลิกแล้ว

☐ 2. ยังสูบอยู่ ระบุ.....มวน/วัน

7. ในบ้านของท่านมีผู้อื่นที่สูบบุหรี่หรือไม่

☐ 0. ไม่มี

☐ 1. มี

8. สภาพแวดล้อมรอบบริเวณบ้านของท่าน มีแหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศหรือไม่

☐ 0. ไม่มี

☐ 1. ถนนที่มักจะมีการจราจรหนาแน่น ห่างจากบ้าน.....เมตร

☐ 2. โรงงานอุตสาหกรรม ประเภท..... ห่างจากบ้าน.....เมตร

☐ 3. ปั้มน้ำมัน/แก๊สรถยนต์ ห่างจากบ้าน.....เมตร

☐ 4. อู่ซ่อม เคาะ พ่นสีรถยนต์ ห่างจากบ้าน.....เมตร

☐ 5. อื่นๆ ระบุ..... ห่างจากบ้าน.....เมตร

ส่วนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับการทำงาน

9. งานที่ท่านทำก่อนหน้า ที่จะมาทำงานตำแหน่งนี้

☐ 0. ไม่มี (ไม่เคยทำงานอื่นมาก่อน)

☐ 1. งานโรงงานอื่น ระบุลักษณะงาน..... ทำเป็นเวลา.....ปี

☐ 2. งานช่างในร้าน ระบุลักษณะงาน..... ทำเป็นเวลา.....ปี

☐ 3. งานในปั้มน้ำมัน/ปั้มแก๊ส ระบุลักษณะงาน..... ทำเป็นเวลา.....ปี

☐ 4. อื่นๆ ระบุลักษณะงาน..... ทำเป็นเวลา.....ปี

10. ลักษณะงานที่ทำในปัจจุบัน
    - ☐ 1. ป้อนวัตถุดิบเข้าเตาเผา/งานหน้าเตาเผา
    - ☐ 2. งานควบคุมการผลิต (ห้องควบคุมการเผาไหม้/ห้องเฝ้าระวังการระบายของมลพิษ)
    - ☐ 3. งานเอกสาร/งานบุคคล ในสำนักงาน
11. ท่านทำงานในโรงงานแห่งนี้มานานกี่ปี.....ปี (ระบุปีที่เริ่มทำงาน พ.ศ.....)
12. ปกติท่านทำงานดังกล่าวสัปดาห์ละกี่วัน.....วัน
13. ปกติท่านทำงานดังกล่าววันละกี่ชั่วโมง.....ชั่วโมง
14. ขณะทำงานท่านใส่ผ้าปิดจมูกหรือไม่
    - ☐ 1. ไม่เคยใส่ (ข้ามไปตอบข้อ 18)
    - ☐ 2. ใส่บางครั้ง
    - ☐ 3. ใส่ทุกครั้ง
15. ประเภทของผ้าปิดจมูกที่ใช้ส่วนมาก
    - ☐ 1. ผ้าเช็ดหน้า (ข้ามไปตอบข้อ 18)
    - ☐ 2. ผ้าปิดจมูกแบบหมอ
    - ☐ 3. อื่นๆ ระบุ.....
16. ส่วนใหญ่ท่านคาดผ้าปิดจมูกอย่างไร
    - ☐ 1. ปิดเฉพาะปาก
    - ☐ 2. ปิดเฉพาะจมูก
    - ☐ 3. ปิดทั้งปากและจมูก
17. ส่วนใหญ่ท่านคาดผ้าปิดจมูกนานเพียงใด
    - ☐ 1. ตลอดเวลาการทำงาน
    - ☐ 2. มากกว่าครึ่งหนึ่งของระยะเวลาการทำงาน
    - ☐ 3. น้อยกว่าครึ่งหนึ่งของระยะเวลาการทำงาน
18. ขณะทำงานท่านสวมถุงมือหรือไม่
    - ☐ 1. ไม่เคยใส่ (จบการตอบคำถาม)
    - ☐ 2. ใส่บางครั้ง
    - ☐ 3. ใส่ทุกครั้ง
19. ประเภทของถุงมือที่ท่านใช้
    - ☐ 1. ถุงมือผ้า
    - ☐ 2. ถุงมือยาง ยาวถึงข้อมือ
    - ☐ 3. ถุงมือยาง ยาวถึงแขน

ส่วนที่ 3 ความคิดเห็นเกี่ยวกับงานที่ทำ

20. ท่านคิดว่างานที่ท่านทำอยู่ มีความเสี่ยงต่อสุขภาพของท่านหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ขอขอบคุณทุกท่านที่ให้ข้อมูล

ภาคผนวก จ
การสอบถามพฤติกรรมส่วนบุคคลและพฤติกรรมการปฏิบัติงานของพนักงาน