

การจัดประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 4
The 4th STOU Graduate Research Conference

การประเมินความเสี่ยงสุขภาพการรับสัมผัสสารอินทรีย์ระเหยง่าย
ของผู้ประกอบอาชีพค้าขายริมถนนในพื้นที่การจราจรหนาแน่นของกรุงเทพมหานคร
Health Risk Assessment of Volatile Organic Compounds (Vocs) Exposure among
Street Vendors in Heavy Traffic Areas of Bangkok

ดำรงฤทธิ แก้วเกื้อ (Damrongrit Kaewkuea)* นพนันท์ นานคงแนบ(Noppanun Nankongnab)**
พรพิมล กองทิพย์(Pornpimol Kongtip)*** สุกนธา ศิริ(Sukhontha Siri)****

บทคัดย่อ

การศึกษากาตดขวางนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความเสี่ยงสุขภาพจากการรับสัมผัสสารอินทรีย์ระเหยง่ายของผู้ประกอบอาชีพค้าขายริมถนนในพื้นที่การจราจรหนาแน่นของกรุงเทพมหานคร

การศึกษานี้มีกลุ่มตัวอย่างอาสาสมัครจำนวน 19 คน (แยกเกษตร แยกสุทิสาร และแยกอนุสาวรีย์ชัยสมรภูมิมีจำนวนแยกละ 5 คน ส่วนแยกลำสาละมีจำนวน 4 คน) ที่พื้นที่การจราจรหนาแน่น โดยทำการเก็บตัวอย่างอากาศแบบบุคคลช่วงเดือนเมษายน พ.ศ. 2557 ตามวิธี NIOSH Method 1501 และวิเคราะห์ความเข้มข้นสารอินทรีย์ระเหยง่ายในอากาศโดย Gas Chromatography-Mass spectrometry (GC-MS) หลังจากนั้นประเมินความเสี่ยงสุขภาพของผู้ประกอบอาชีพค้าขายริมถนนตาม USEPA 2009

ผลการวิจัยพบว่าความเข้มข้นเฉลี่ยของ Toluene, Tetrachloroethene, Chlorobenzene, Ethylbenzene, o,m,p-Xylene, Styrene และ 1,2-Dichlorobenzene ของแยกการจราจรทั้งหมดไม่แตกต่างกัน ในกรณีของ Toluene ค่าความเข้มข้นเฉลี่ยสูงกว่าสารชนิดอื่นๆ โดยค่าความเข้มข้นเฉลี่ยของ Toluene ในพื้นที่แยกเกษตร แยกสุทิสาร แยกอนุสาวรีย์ชัยสมรภูมิและแยกลำสาละ เป็น 175.75 ± 83.93 , 337.61 ± 356.1 , 105.70 ± 37.35 และ $106.33 \pm 32.10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ตามลำดับ การประเมินความเสี่ยงสุขภาพของสารไม่ก่อมะเร็งชี้ให้เห็นว่า ค่าเฉลี่ย HQ (Hazard Quotient) ของ Toluene, Tetrachloroethene, Chlorobenzene, Ethylbenzene, o,m,p-Xylene และ Styrene เป็น 1.06×10^{-2} , 3.04×10^{-2} , 1×10^{-3} , 4.20×10^{-3} , 4.38×10^{-2} และ 1.20×10^{-3} ตามลำดับ และค่าเฉลี่ย HI (Hazard Index) เป็น 9.12×10^{-2} จากการประเมินมีค่าน้อยกว่าหนึ่ง (ไม่มีความเสี่ยง) และการประเมินค่าเฉลี่ยสารก่อมะเร็งของ Tetrachloroethene และ Ethylbenzene เป็น 5.69×10^{-8} และ 2.02×10^{-6} ตามลำดับ ซึ่ง Ethylbenzene อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับไม่ได้ (Unacceptable Risk) อาจมีความเสี่ยงสุขภาพจากสารก่อมะเร็งนี้

คำสำคัญ การประเมินความเสี่ยงสุขภาพ สารอินทรีย์ระเหยง่าย ผู้ประกอบอาชีพค้าขายริมถนน

* นักศึกษาหลักสูตร วท.ม. ภาควิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

tujungice@gmail.com

** อาจารย์ ประจำภาควิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล phnnn@mahidol.ac.th

*** รองศาสตราจารย์ ประจำภาควิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

phpkt@mahidol.ac.th

****ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ประจำภาควิชาระบาดวิทยา คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล s_siri4@hotmail.com

Abstract

This cross-sectional study aimed to assess the health risk from volatile organic compounds exposure among street vendors in heavy traffic areas of Bangkok.

The study had 19 volunteer sampling (Kaset Sutthisan and Victory Monument intersections investigated 5 samples and Lam Sali intersection investigated 4 samples) at heavy traffic areas. Personal air samples were collected period of April 2014 according to the NIOSH Method 1501 and analyzed the VOCs concentrations in air by Gas Chromatography-Mass spectrometry (GC-MS). After that, health risk assessments of Street vendors were following to USEPA 2009.

The results found that the average concentrations of toluene, tetrachloroethene, chlorobenzene, ethylbenzene, o,m,p-xylene, styrene and 1,2-dichlorobenzene of all traffic intersections were not different. In case of toluene, the average concentrations were higher than other substances. The average concentrations of Toluene of Kaset, Sutthisan, Victory Monument and Lam Sali intersection areas were 175.75 ± 83.93 , 337.61 ± 356.1 , 105.70 ± 37.35 and 106.33 ± 32.10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, respectively. Health risk assessment of non-cancer risk indicated that the averages of HQ (Hazard Quotient) were 1.06×10^{-2} , 3.04×10^{-2} , 1×10^{-3} , 4.20×10^{-3} , 4.38×10^{-2} and 1.20×10^{-3} , respectively. And the average of HI (Hazard Index) was 0.0912 from evaluation were less than one (No appreciable risk). The estimation of average lifetime cancer risk of tetrachloroethene and ethylbenzene were 5.69×10^{-8} and 2.02×10^{-6} , respectively. The ethylbenzene was within unacceptable criteria 1×10^{-6} could be health risk from this carcinogen



Keywords: Health risk assessment (HRA), Volatile organic compounds (VOCs), Street vendor

การจัดประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 4 The 4th STOU Graduate Research Conference

บทนำ

การจราจรในกรุงเทพมหานครประสบปัญหาอย่างยาวนานและเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ซึ่งจากสถิติการใช้รถยนต์ที่จดทะเบียนสะสมในเขตกรุงเทพมหานครตั้งแต่ปี พ.ศ. 2550-2555 มีจำนวน 7.53 ล้านคัน ภายในเวลาระยะเวลา 6 ปี มีรถยนต์จดทะเบียนสะสมเพิ่มขึ้นถึง 1.81 ล้านคัน จากปี พ.ศ. 2550 ที่มีอยู่ 5.72 ล้านคัน (สำนักงานสถิติแห่งชาติ. 2556.) โดยส่งผลกระทบต่อสภาพการจราจรจึงเป็นสาเหตุหนึ่งของปัญหาการจราจรในกรุงเทพมหานคร ดังนั้นจำนวนรถยนต์ที่เพิ่มขึ้นจึงทำให้มีการปล่อยไอเสียมากขึ้น ส่งผลกระทบต่อปัญหาสุขภาพของมนุษย์และสิ่งแวดล้อมได้ มลพิษมากมายที่ถูกปล่อยออกมาจากท่อไอเสียของยานพาหนะสามารถเข้าสู่ร่างกายของมนุษย์อย่างเช่น ฝุ่นละออง ก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ คาร์บอนไดออกไซด์ ไนโตรเจนไดออกไซด์ ไฮโดรคาร์บอน โอโซน และสารอินทรีย์ระเหยง่าย (จิตร นุชยะ โหตระ. 2542. สถาบันนวัตกรรมการเรียนรู้. 2555.)

สารอินทรีย์ระเหยง่าย (Volatile Organic Compounds: VOCs) เป็นสารประกอบอินทรีย์ที่สามารถระเหยอยู่ในรูปของก๊าซหรือไอได้ง่าย มีคาร์บอนและไฮโดรเจนเป็นองค์ประกอบหลัก โดยทั่วไปจะเป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอน อาจมีธาตุอื่นเป็นองค์ประกอบเช่น ออกซิเจน ฟลูออไรด์ คลอรีน โบรไมด์ ซัลเฟอร์ และไนโตรเจน โดยประกอบกันเป็นสารจำพวกอะลิฟาติกหรืออะโรมาติก รวมถึงกลุ่มคาร์บอนิลและกลุ่มแอลกอฮอล์ เช่น เบนซีน ไซลีน โทลูอีน สไตรีน ฟอร์มาลดีไฮด์ เปอร์คลอโรเอเทอรีน เป็นต้น ซึ่งสารอินทรีย์ระเหยง่ายจากการปล่อยของท่อไอเสียรถยนต์ เกิดจากการเผาไหม้ของน้ำมันที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงของรถยนต์ ซึ่งแขวนลอยอยู่ในบรรยากาศ เกิดมลพิษส่งผลกระทบต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อม เมื่อประชากรรับสัมผัสทางการหายใจเข้าสู่ร่างกายทำให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพได้ (ประสงค์ คุณานุวัฒน์ชัยเดช และไมตรี สุทธจิตต์. 2545. Buczynska A.J., et al. 2009.) จากข้อมูลที่เคยมีการศึกษาขึ้นพบว่าสารอินทรีย์ระเหยง่ายทำให้เกิดปัญหาสุขภาพแบบเรื้อรังได้ เช่น การระคายเคืองตา เชื้อเมือก ผิวหนังและระบบทางเดินหายใจ ทำลายระบบประสาท เป็นพิษต่อตับ ไต และสารอินทรีย์ระเหยง่ายบางชนิดยังสามารถพัฒนาให้เกิดมะเร็งได้อีกด้วยเช่น Benzene, Tetrachloroethene, Carbon Tetrachloride (Ware J.H., et al. 1993. Curtis L., et al. 2006. ATSDR. 2014.)

ผู้ประกอบการค้าขายริมถนนก็เป็นหนึ่งในผู้ที่เสี่ยงต่อการรับสัมผัสกับสารอินทรีย์ระเหยง่ายทางการหายใจจากการปล่อยไอเสียของรถยนต์ในท้องถนน (Kongtip P., et al. 2006. Tovalin-Ahumada H., Whitehead L. 2007.) จากปัญหาที่กล่าวมาผู้วิจัยจึงเล็งเห็นความสำคัญต่อสุขภาพของผู้ประกอบการค้าขายริมถนนที่ต้องรับสัมผัสกับสารอินทรีย์ระเหยง่ายจากไอเสียของรถยนต์ในท้องถนน และเนื่องด้วยการศึกษาเกี่ยวกับสารอินทรีย์ระเหยง่ายในกลุ่มอาชีพนี้ยังมีน้อย อีกทั้งในประเทศไทยมีผู้ประกอบการค้าขายริมถนนจำนวนมาก ผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการประเมินความเสี่ยงสุขภาพของผู้ประกอบการค้าขายริมถนนที่ได้รับสัมผัสสารอินทรีย์ระเหยง่ายในพื้นที่การจราจรหนาแน่นของกรุงเทพมหานคร เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการหามาตรการเฝ้าระวังและป้องกันต่อไป

การจัดประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 4

The 4th STOU Graduate Research Conference

วัตถุประสงค์การวิจัย

ประเมินความเสี่ยงสุขภาพของผู้ประกอบอาชีพค้าขายริมถนนที่ได้รับสัมผัสสารอินทรีย์ระเหยง่ายในพื้นที่การจราจรหนาแน่นบริเวณแยกเกษตร แยกสุทธีสาร แยกอนุสาวรีย์ชัยสมรภูมิและแยกลำสาละ

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษานี้เป็นการศึกษาแบบภาคตัดขวาง (Cross-sectional study) เพื่อประเมินความเสี่ยงสุขภาพของผู้ประกอบอาชีพค้าขายริมถนนที่ได้รับสัมผัสกับสารอินทรีย์ระเหยง่ายในพื้นที่การจราจรหนาแน่นบริเวณแยกเกษตร แยกสุทธีสาร แยกอนุสาวรีย์ชัยสมรภูมิและแยกลำสาละ โดยใช้แบบสัมภาษณ์ข้อมูลทั่วไปกับผู้ประกอบอาชีพค้าขายริมถนน และวิเคราะห์ปริมาณความเข้มข้นของสารอินทรีย์ระเหยง่ายที่ผู้ประกอบอาชีพค้าขายริมถนนได้รับสัมผัส โดยเก็บตัวอย่างอากาศแบบบุคคล (Personal Sampling) โครงการวิจัยนี้ผ่านการพิจารณาโดยคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล MUPH 2013-172

1. กลุ่มตัวอย่างในงานวิจัย

เก็บตัวอย่างอากาศแบบบุคคลจากกลุ่มตัวอย่างอาสาสมัครจำนวนทั้งหมด 19 ตัวอย่าง แบ่งเป็นบริเวณแยกเกษตร แยกสุทธีสาร และแยกอนุสาวรีย์ชัยสมรภูมิมีจำนวนแยกละ 5 ตัวอย่าง ส่วนแยกลำสาละมีจำนวน 4 ตัวอย่าง โดยเกณฑ์ในการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างคือ ต้องเป็นผู้ที่ประกอบอาชีพค้าขายริมถนนบริเวณแยกเกษตร แยกสุทธีสาร แยกอนุสาวรีย์ชัยสมรภูมิและแยกลำสาละในกรุงเทพมหานคร ระยะเวลาการทำงานไม่น้อยกว่า 1 ปี ลักษณะของร้านค้าต้องขายในที่โล่งแจ้งหรือได้หลังคาแบบเปิดไม่ใช้บริเวณในห้างหรือร้านค้าแบบปิด ซึ่งผู้เข้าร่วมวิจัยเป็นผู้ยินยอมโดยสมัครใจ

2. สถานที่ศึกษา

แยกที่ทำการการศึกษาทั้ง 4 แยกมีข้อมูลสถิติปริมาณการจราจรบริเวณแยก คือ แยกอนุสาวรีย์ชัยสมรภูมิ จำนวน 160,626 คัน แยกเกษตร จำนวน 159,113 คัน แยกลำสาละ จำนวน 113,769 คัน และแยกสุทธีสาร จำนวน 102,152 คัน (สำนักงานการจราจรและขนส่งกรุงเทพมหานคร. 2556) ซึ่งมีปริมาณการจราจรหนาแน่น โดยคิดระยะเวลา 12 ชั่วโมง

3. แบบสัมภาษณ์

แบบสัมภาษณ์ข้อมูลทั่วไป เช่น อายุ เพศ การศึกษา ประวัติการทำงาน และแบบสำรวจสภาพแวดล้อมบริเวณพื้นที่ค้าขาย โดยผู้วิจัยทำการสังเกตและสอบถามกับผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย

4. การเก็บตัวอย่างอากาศ

ทำการเก็บตัวอย่างอากาศแบบบุคคลตามวิธี NIOSH Method 1501 (The National Institute for Occupational Safety and Health. n.d.) คือ การใช้อุปกรณ์เก็บตัวอย่างอากาศติดตั้งบริเวณระดับการหายใจ โดยใช้ปั๊มเก็บอากาศแบบบุคคล (Personal Air Pump) ยี่ห้อ Gillian Air 3 ก่อนการเก็บตัวอย่างอากาศ ทำการสอบเทียบด้วยเครื่อง Dry Calibration (Primary Flow Meter, DC-Lite Bios) ซึ่งตัวอย่างอากาศจะถูกดูดซับผ่าน

การจัดประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 4
The 4th STOU Graduate Research Conference

หลอดเก็บอากาศ (Coconut Shell Charcoal tube, SKC) ที่อัตราการไหล 0.2 ลิตร/นาที โดยทำการเก็บตัวอย่างอากาศตลอดระยะเวลาการทำงาน 6 ถึง 10 ชั่วโมงการทำงานของผู้เข้าร่วมวิจัยทั้ง 19 คน เมื่อการเก็บตัวอย่างอากาศเสร็จสิ้น หลอดเก็บตัวอย่างอากาศจะถูกปิดฝาและหุ้มด้วยพาราฟิล์ม เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส และนำไปวิเคราะห์ที่ห้องปฏิบัติการภายในระยะเวลา 30 วัน

5. การวิเคราะห์ตัวอย่างอากาศ

วิเคราะห์ตัวอย่างอากาศตามวิธี NIOSH Method 1501 (The National Institute for Occupational Safety and Health. n.d.) โดยใช้เครื่องมือวิเคราะห์ด้วยเทคนิค Gas Chromatography-Mass spectrometry (GC-MS, 7890A Agilent Technologies) และใช้คาร์บอนไดซัลไฟด์ (CS₂) เป็นสารทำละลาย ก่อนการวิเคราะห์ตัวอย่าง ทำการเตรียมสารมาตรฐาน (Standardization) ของสารอินทรีย์ระเหยง่าย 7 ชนิด ทั้งหมด 10 ความเข้มข้นด้วยการทำซ้ำ 3 ครั้ง โดยนำความเข้มข้นทั้งหมดมาทำกราฟความเข้มข้นมาตรฐาน (Standard curve) ทำทดสอบประสิทธิภาพของการดูดซับของหลอดเก็บตัวอย่างอากาศ 3 ความเข้มข้น โดยความเข้มข้นละ 3 ครั้ง เพื่อหาการเปอร์เซ็นต์การดูดซับ (Desorption efficiency) และหาค่าปริมาณสารต่ำสุดที่สามารถวิเคราะห์ได้ (Detection Limit) ของสาร Toluene, Tetrachloroethene, Chlorobenzene, Ethylbenzene, o,m,p-Xylene, Styrene และ 1,2-dichlorobenzene เท่ากับ 0.02, 0.02, 0.02, 0.03, 0.02, 0.03, 0.02 µg/ml ตามลำดับ หลังจากนั้นวิเคราะห์หาปริมาณความเข้มข้นของสารอินทรีย์ระเหยง่ายทั้ง 7 ชนิด จากการเก็บตัวอย่างอากาศแบบบุคคล โดยสกัดด้วยคาร์บอนไดซัลไฟด์ ปริมาณ 1 ml และเขย่าด้วยเครื่อง Vortex Mixer (Genie-2, Scientific industries) ทุกๆ 5 นาที เป็นระยะเวลา 30 นาที แล้วจึงดูดของเหลวใส่ขวด Vial ขนาด 2 ml เพื่อวิเคราะห์ด้วยเทคนิค GC-MS ตามข้อมูลดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ข้อมูลสำหรับใช้กำหนดเครื่อง GC-MS

เครื่องมือ	ข้อมูล
Column	HP-5MS column (30m× 250 µm × 0.25 µm)
Temperature	
- Injection temperature	220 °C
- Oven temperature	Start : 32 °C Hold time 8 minutes Step 1 : 35 °C Rate 3 °C/min Step 2 : 100 °C Rate 5 °C/min
- Post Run	200 °C 3 minutes
Carrier gas	Helium gas 99.999%
Injection volume	1 µl (splitless mode)
Run time	23 minutes
Detector	Mass Spectrometer Detector

การจัดประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 4
The 4th STOU Graduate Research Conference

6. การประเมินความเสี่ยงสุขภาพ (Health Risk Assessment)

การประเมินความเสี่ยงสุขภาพการรับสัมผัสสารอินทรีย์ระเหยง่ายในอากาศทางหายใจแบบความเสี่ยงที่ก่อให้เกิดมะเร็งและไม่ก่อให้เกิดมะเร็ง ตามวิธี USEPA (United States Environmental Protection Agency 2009.) โดยการหาค่าปริมาณความเข้มข้นการรับสัมผัส (EC)

$$EC = \frac{CA \times ET \times EF \times ED \times \text{Conversion factor}}{AT}, \mu\text{g}/\text{m}^3$$

EC = ปริมาณความเข้มข้นการรับสัมผัส ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

CA = ปริมาณความเข้มข้นของสารในอากาศที่ได้รับสัมผัส ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

ET = เวลาในการสัมผัส (hour/day)

EF = ความถี่ของการสัมผัส (day/year)

ED = ระยะเวลาที่สัมผัส (year)

AT = ระยะเวลาที่สารส่งผลต่อสุขภาพเฉลี่ย (year)

Conversion factor = $\frac{1}{8760} = 0.000114155$ (year/hour)

สมการหาค่าความเสี่ยงสารไม่ก่อให้เกิดมะเร็ง มีสมการดังนี้

$$\text{Hazard Quotients (HQ)} = \frac{EC (\mu\text{g}/\text{m}^3)}{\text{RfC}(\text{mg}/\text{m}^3) \times 1000 (\mu\text{g}/\text{mg})}$$

สมการหาค่าความเสี่ยงสารก่อให้เกิดมะเร็ง มีสมการดังนี้

$$\text{Cancer Risk} = EC(\mu\text{g}/\text{m}^3) \times \text{IUR}(\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$$

โดยค่า RfC (Reference Concentration) และค่า IUR (Inhalation Unit Risk) เป็นไปตามที่ USEPA กำหนด (United States Environmental Protection Agency 2014.)

ผลการวิจัย

1. ข้อมูลทั่วไป

ข้อมูลทั่วไปจากกลุ่มตัวอย่างผู้ประกอบการอาชีพค้าขายริมถนนด้วยการใช้แบบสัมภาษณ์ในการเก็บข้อมูล โดยกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 19 คน มีเพศหญิง 15 คน คิดเป็นร้อยละ 78.95 และเพศชาย 4 คน คิดเป็นร้อยละ 21.05 ระดับการศึกษาของกลุ่มตัวอย่างเป็นระดับชั้นประถมศึกษาถึงร้อยละ 57.90 และมีอายุเฉลี่ย 40.42 ± 11.7 ปี ซึ่งภายใน 1 วันกลุ่มตัวอย่างค้าขายต่อวันเฉลี่ย 8.08 ± 0.82 ชั่วโมง และใน 1 สัปดาห์ค้าขายเฉลี่ย 6.21 ± 0.42 วัน โดยระยะเวลาการทำงานของกลุ่มตัวอย่างเฉลี่ย 12.66 ± 11.7 ปี ดังแสดงในตารางที่ 2

การจัดประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 4
The 4th STOU Graduate Research Conference

ตารางที่ 2 ข้อมูลทั่วไปของผู้ประกอบอาชีพค้าขายริมถนน จำนวน 19 คน

ลักษณะทั่วไป	N	%	ลักษณะทั่วไป	Min-Max	Mean±SD
เพศ :ชาย	4	21.05	อายุ (ปี)	20-62	40.42 ± 11.7
:หญิง	15	78.95			
การศึกษา : ไม่ได้เรียน	1	5.26	เวลาการทำงาน (ชั่วโมง/วัน)	6-10	8.08 ± 0.82
:	11	57.90			
ประถมศึกษา	5	26.32	จำนวนวันที่ทำงานใน 1 สัปดาห์ (วัน/สัปดาห์)	6-7	6.21±0.42
: มัธยมศึกษา	1	5.26			
: ปวช/ปวส	1	5.26	ระยะเวลาที่ค้าขาย (ปี)	1-38	12.66 ± 11.7
:ปริญญา					

ข้อมูลเฉลี่ยของอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์และความเร็วลมใน 4 บริเวณแยกจรรจนัน พบว่าอุณหภูมิเฉลี่ยแยกเกษตร แยกสุทธีสาร แยกอนุสาวรีย์ชัยสมรภูมิและแยกลำสาละ คือ 34.4±2.1, 34.7±2.5, 32.9±1.5 และ 33.4±2.1 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยแยกเกษตร แยกสุทธีสาร แยกอนุสาวรีย์ชัยสมรภูมิและแยกลำสาละ คือ 60.8±6.1, 58.8±7.3, 63.6±1.6 และ 59.2±5.3 % ตามลำดับ และความเร็วลมเฉลี่ยแยกเกษตร แยกสุทธีสาร แยกอนุสาวรีย์ชัยสมรภูมิและแยกลำสาละ คือ 3.26±0.26, 4.50±1.20, 3.43±0.16 และ 3.37±1.74 m/s ตามลำดับ ซึ่งจากข้อมูลพบว่า สภาพแวดล้อมในพื้นที่แยกจรรจนันทั้ง 4 บริเวณนั้นประกอบด้วย อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์และความเร็วลมเฉลี่ยมีค่าใกล้เคียงกัน ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ข้อมูลอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์และความเร็วลม บริเวณแยกที่มีพื้นที่จรรจนานัน

แยก	อุณหภูมิ (°C) (Mean±SD)	ความชื้นสัมพัทธ์ (%) (Mean±SD)	ความเร็วลม (m/s) (Mean±SD)
เกษตร	34.4±2.1	60.8±6.1	3.26±0.26
สุทธีสาร	34.7±2.5	58.8±7.3	4.50±1.20
อนุสาวรีย์ชัยสมรภูมิ	32.9±1.5	63.6±1.6	3.43±0.16
ลำสาละ	33.4±2.1	59.2±5.3	3.37±1.74

2. ข้อมูลปริมาณการรับสัมผัสสารอินทรีย์ระเหยง่าย (VOCs)

จากการเก็บตัวอย่างอากาศแบบบุคคล จำนวน 19 ตัวอย่างตลอดระยะเวลาการทำงานของผู้ประกอบอาชีพค้าขายริมถนน ในช่วงเวลา 1 วัน โดยแบ่งเป็น 4 บริเวณแยกการจรรจนัน (แยกเกษตร แยกสุทธีสาร แยกอนุสาวรีย์ชัยสมรภูมิและแยกลำสาละ) ประกอบด้วยปริมาณความเข้มข้นของสารอินทรีย์ระเหยง่ายทั้งหมด 7 ชนิด และค่าเฉลี่ยของแต่ละแยกจรรจนัน ดังผลวิเคราะห์ปริมาณความเข้มข้นของสารอินทรีย์ระเหยง่าย แสดงในตารางที่ 4

การจัดประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 4
The 4th STOU Graduate Research Conference

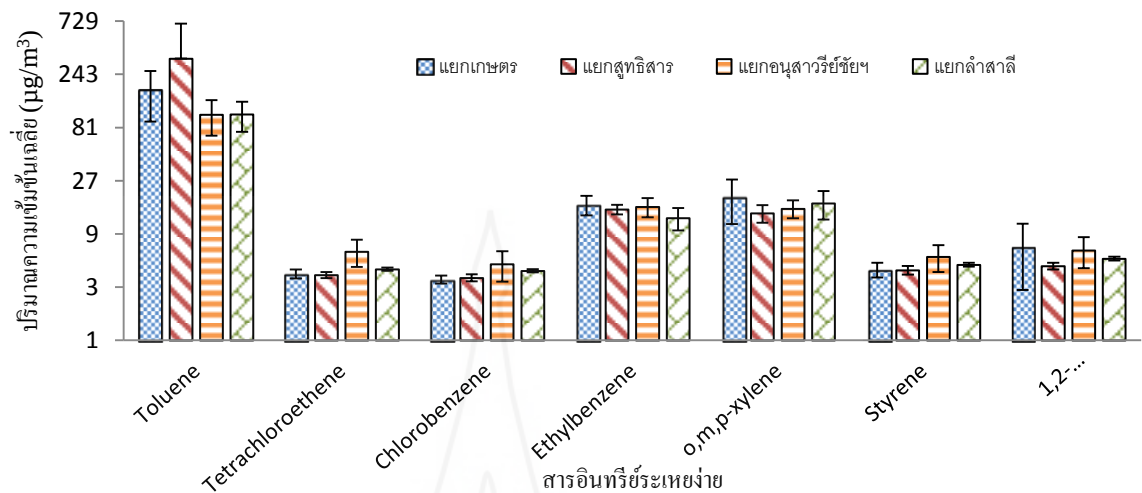
ตารางที่ 4 ความเข้มข้นของสารอินทรีย์ระเหยง่ายทั้ง 7 ชนิด

แยก		Toluene ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Tetra- chloroethene ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Chlorobenzene ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Ethylbenzene ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	o,m,p -xylene ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Styrene ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	1,2-dichloro -benzene ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
เกษตร	1	301.07	3.85	3.30	17.49	23.78	4.81	14.23
	2	159.29	4.10	3.44	12.30	9.11	3.86	6.43
	3	73.00	3.39	3.17	14.72	11.87	3.46	4.44
	4	201.16	4.40	3.85	21.12	28.13	4.38	5.02
	5	144.21	4.01	3.77	16.73	23.65	5.05	4.67
Mean ±SD		175.75 ±83.93	3.95 ±0.37	3.51 ±0.29	16.47 ±3.29	19.31 ±8.31	4.31 ±0.66	6.96 ±4.14
สุทธิสาร	6	83.63	3.59	3.30	14.92	13.26	3.95	4.31
	7	101.98	4.18	3.93	16.88	17.98	4.83	5.08
	8	76.49	4.01	3.74	13.75	12.49	3.99	4.83
	9	849.36*	3.83	3.57	15.94	14.03	4.43	4.60
	10	576.61*	3.63	3.38	13.30	11.43	4.08	4.37
Mean ±SD		337.61 ±356.1	3.85 ±0.25	3.64 ±0.27	14.96 ±1.49	13.84 ±2.51	4.26 ±0.37	4.64 ±0.32
อนุสาวรีย์	11	126.64	9.10	7.27	18.68	17.22	8.19	9.67
	12	52.80	4.97	4.07	10.62	10.47	4.65	5.23
ชัย	13	100.16	5.42	3.84	16.39	16.61	4.78	4.97
	14	96.10	5.22	3.83	15.53	16.44	4.66	5.19
สมรภูมิ	15	152.81	6.59	5.08	17.64	15.28	5.81	7.05
		105.70 ±37.35	6.26 ±1.71	4.82 ±1.46	15.77 ±3.12	15.20 ±2.74	5.62 ±1.52	6.42 ±1.99
Mean ±SD		105.70 ±37.35	6.26 ±1.71	4.82 ±1.46	15.77 ±3.12	15.20 ±2.74	5.62 ±1.52	6.42 ±1.99
ลำสาละ	16	153.43	4.52	4.36	16.66	24.23	4.99	5.70
	17	93.50	4.28	4.10	11.41	14.63	4.54	5.25
	18	81.41	4.21	4.06	10.16	13.70	4.83	5.21
	19	96.97	4.40	4.23	11.92	15.30	4.73	5.42
Mean ±SD		106.33 ±32.10	4.35 ±0.14	4.19 ±0.14	12.54 ±2.85	16.97 ±4.89	4.77 ±0.19	5.40 ±0.22

หมายเหตุ * ปริมาณความเข้มข้นของ Toluene ในอากาศสูงมากเนื่องจากอยู่ใกล้บริเวณร้านอาหารที่ใช้ก๊าซหุงต้ม

ปริมาณความเข้มข้นเฉลี่ยของสารอินทรีย์ระเหยง่ายที่ผู้ประกอบการอาชีพค้าขายริมถนนรับสัมผัสโดยเปรียบเทียบทั้งหมด 4 บริเวณแยกการจราจรต่อ 1 ชนิดสารอินทรีย์ระเหยง่าย พบว่าปริมาณความเข้มข้นเฉลี่ยของสาร Toluene ใน 4 บริเวณแยกการจราจรนั้นมีปริมาณความเข้มข้นสูงกว่าสารชนิดอื่น ซึ่งใน แยกเกษตร แยกสุทธิสาร แยกอนุสาวรีย์ชัยสมรภูมิและแยกลำสาละปริมาณความเข้มข้นเฉลี่ย คือ 175.75 ± 83.93 , 337.61 ± 356.1 , 105.70 ± 37.35 และ $106.33 \pm 32.10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ตามลำดับ สำหรับปริมาณความเข้มข้นเฉลี่ยของสาร Toluene ในแยกสุทธิสารนั้นพบว่าสูงกว่าแยกอื่น เนื่องมาจากกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษาลำดับที่ 9 และ 10 ทำการค้าขายอยู่ใกล้กับร้านค้าที่ใช้ก๊าซหุงต้มซึ่งมีการปรุงอาหารตลอดเวลา เช่นเดียวกับการศึกษาของ Yu Huang et al. (2011) และผลการวิเคราะห์พบว่าในแต่ละแยกที่ทำการศึกษาสารอินทรีย์ระเหยง่ายทุกชนิดที่พบมีปริมาณความเข้มข้นใกล้เคียงกัน เนื่องมาจากทั้ง 4 บริเวณแยกการจราจรเป็นการจราจรในพื้นที่หนาแน่นของกรุงเทพมหานคร ดังรูปที่ 1

การจัดประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 4
The 4th STOU Graduate Research Conference



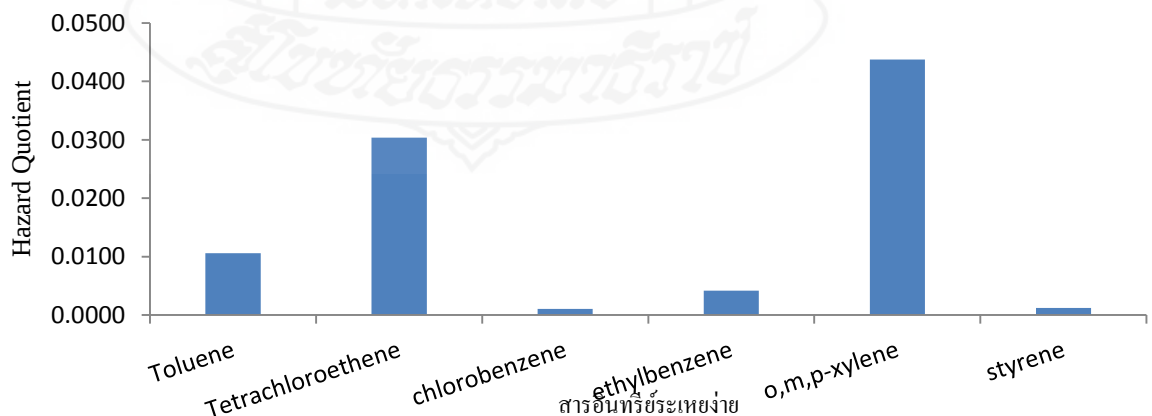
รูปที่ 1 ปริมาณการรับสัมผัสสารอินทรีย์ระเหยง่ายเฉลี่ยของแยกที่ทำการศึกษาซึ่งมีการจราจรหนาแน่นในกรุงเทพมหานคร

3. การประเมินความเสี่ยงสุขภาพ (Health Risk Assessment)

3.1 ประเมินความเสี่ยงสุขภาพสำหรับสารไม่ก่อมะเร็ง

3.1.1 ผลการประเมินค่าเฉลี่ย Hazard Quotient ในกลุ่มตัวอย่างแบ่งตามชนิดของสารอินทรีย์ระเหยง่าย

การประเมินความเสี่ยงสุขภาพสำหรับสารไม่ก่อมะเร็งของกลุ่มตัวอย่างในพื้นที่แยกจราจรหนาแน่นจำนวน 19 คน ทั้งหมด 6 ชนิดสาร ประกอบด้วยสาร Toluene, Tetrachloroethene, Chlorobenzene, Ethylbenzene, o,m,p-Xylene และ Styrene มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ $1.06 \times 10^{-2} \pm 1.02 \times 10^{-2}$, $3.04 \times 10^{-2} \pm 8.50 \times 10^{-3}$, $1.00 \times 10^{-3} \pm 2.00 \times 10^{-4}$, $4.20 \times 10^{-3} \pm 9.00 \times 10^{-4}$, $4.38 \times 10^{-2} \pm 1.67 \times 10^{-2}$ และ $1.20 \times 10^{-3} \pm 3.00 \times 10^{-4}$ ตามลำดับ ดังแสดงในรูปที่ 2 จากการประเมินค่าเฉลี่ย Hazard Quotient ของทุกชนิดสาร พบว่ามีค่าไม่เกิน 1 ตามคำแนะนำของ United States Environmental Protection Agency (USEPA, 2009) ซึ่งไม่มีความเสี่ยงสุขภาพจากสารไม่ก่อมะเร็งเหล่านี้ ส่วนสาร 1,2-dichlorobenzene ไม่สามารถคำนวณค่า Hazard Quotient ได้



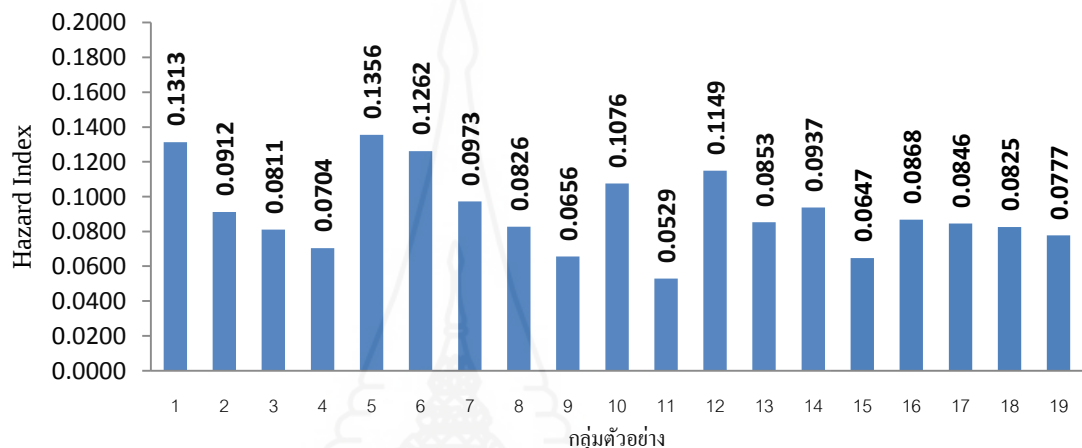
เนื่องจาก USEPA 2009 ไม่ได้กำหนดค่า RfC (Reference Concentration)

รูปที่ 2 ค่าเฉลี่ย Hazard Quotient กับสารอินทรีย์ระเหยง่าย

การจัดประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 4
The 4th STOU Graduate Research Conference

3.1.2 ผลการประเมินค่า Hazard Index รายบุคคล

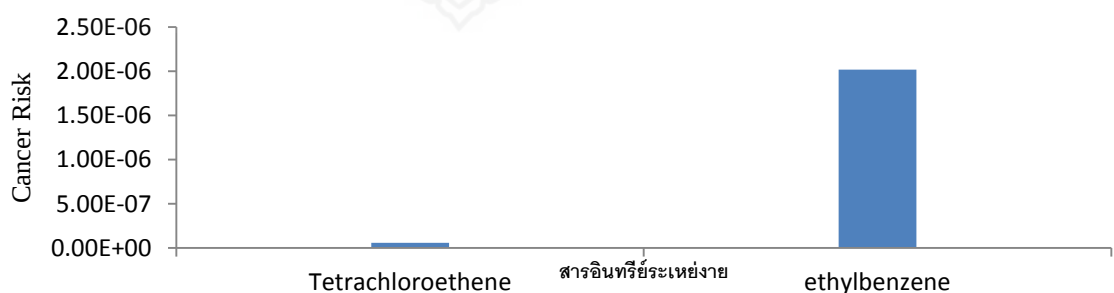
ผลการประเมินค่า Hazard Index ได้มาจากการคำนวณค่า Hazard Quotient ของสารอินทรีย์ระเหยง่ายทั้งหมด 6 ชนิดสาร เพื่อประเมินการส่งผลกระทบต่อรายบุคคล ดังแสดงในรูปที่ 3 ซึ่งมีค่าเฉลี่ย Hazard Index เท่ากับ 0.0912 ผลการประเมินพบว่ากลุ่มตัวอย่างมีค่า Hazard Index ไม่เกิน 1 ตามคำแนะนำของ USEPA 2009 ซึ่งไม่มีความเสี่ยงสุขภาพจากสารไม่ก่อมะเร็ง



รูปที่ 3 ค่า Hazard Index กับกลุ่มตัวอย่างแบ่งตามรายบุคคล

3.2 ประเมินความเสี่ยงสุขภาพสำหรับสารก่อมะเร็ง

การวิเคราะห์ปริมาณความเข้มข้นของสารอินทรีย์ระเหยง่ายจำนวน 7 ชนิดสาร ประกอบด้วยสาร Toluene, Tetrachloroethene, Chlorobenzene, Ethylbenzene, o,m,p-Xylene, Styrene และ 1,2-dichlorobenzene ข้อมูลของ USEPA กำหนดสารที่จัดว่าเป็นสารก่อมะเร็งมีเพียง 2 ชนิดสาร คือสาร Tetrachloroethene และสาร Ethylbenzene จากการประเมิน Cancer Risk มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.69×10^{-8} และ 2.02×10^{-6} ตามลำดับ ดังแสดงในรูปที่ 4 จากผลการประเมินพบว่าค่าเฉลี่ย Cancer Risk ของสาร Ethylbenzene อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับไม่ได้ (Unacceptable Risk) คือ มากกว่า 1×10^{-6} ซึ่งอาจมีความเสี่ยงสุขภาพจากสารก่อมะเร็งนี้ตามคำแนะนำของ USEPA 2009 ส่วนค่าเฉลี่ยสาร Tetrachloroethene อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ (Acceptable Risk) ซึ่งไม่มีความเสี่ยงสุขภาพจากสารก่อมะเร็งนี้ โดยค่า Cancer Risk ของสาร Tetrachloroethene มีค่าต่ำสุด เท่ากับ 4.10×10^{-9} ค่าสูงสุด เท่ากับ 1.84×10^{-7} และสาร Ethylbenzene มีค่าต่ำสุด



เท่ากับ 1.92×10^{-7} ค่าสูงสุด เท่ากับ 7.99×10^{-6}

รูปที่ 4 ค่าเฉลี่ย Cancer Risk กับสารอินทรีย์ระเหยง่ายที่ก่อให้เกิดมะเร็ง

การจัดประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 4 The 4th STOU Graduate Research Conference

อภิปรายผลการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ทำการศึกษาคือผู้ประกอบการอาชีพค้าขายริมถนนจำนวน 19 คน ซึ่งส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง คิดเป็นร้อยละ 78.95 โดยกลุ่มตัวอย่างจบการศึกษาระดับชั้นประถมศึกษาจนจบถึงร้อยละ 57.90 และมีอายุเฉลี่ย 40.42 ± 11.7 ปี ซึ่งมีระยะเวลาทำงานมานานเฉลี่ยที่ 12.66 ± 11.7 ปี โดยกลุ่มตัวอย่างที่ค้าขายมาตั้งแต่ 6-15 ปี คิดเป็นร้อยละ 36.84 ในกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษาส่วนใหญ่ทำการค้าขายเพียง 6 วันต่อสัปดาห์คิดเป็นร้อยละ 78.95 และกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษาทำการค้าขายเป็นระยะเวลาต่ำสุด 6 ชั่วโมงต่อวันและสูงสุด 10 ชั่วโมงต่อวัน ข้อมูลสภาพแวดล้อมของแยกจากรถที่ทำการตรวจวัด พบว่าอุณหภูมิเฉลี่ย ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย และความเร็วลมเฉลี่ยในพื้นที่แยกจากรถมีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกัน

การเก็บตัวอย่างอากาศแบบบุคคลจากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 19 ตัวอย่าง พบว่าปริมาณความเข้มข้นเฉลี่ยการรับสัมผัสของสาร Toluene บริเวณแยกเกษตร แยกสุทธิสาร แยกอนุสาวรีย์ชัยสมรภูมิและแยกศาลาสีสูงกว่าปริมาณความเข้มข้นของสารอินทรีย์ระเหยง่ายชนิดอื่น ซึ่งมีปริมาณความเข้มข้นเฉลี่ย เท่ากับ 175.75 ± 83.93 , 337.61 ± 356.1 , 105.70 ± 37.35 และ $106.33 \pm 32.10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ตามลำดับ ส่วนปริมาณความเข้มข้นของสารอินทรีย์ระเหยง่ายของสาร Tetrachloroethene, Chlorobenzene, Ethylbenzene, o,m,p-Xylene, Styrene และ 1,2-dichlorobenzene มีปริมาณความเข้มข้นเฉลี่ยใกล้เคียงกันเมื่อเปรียบเทียบทั้ง 4 บริเวณแยกจากรถเนื่องจากเป็นพื้นที่การจราจรหนาแน่น แต่พบว่าสาร Toluene ของบุคคลลำดับที่ 9 และ 10 ที่รับสัมผัสมีแนวโน้มปริมาณความเข้มข้นของสาร Toluene สูงมาก เนื่องมาจากเกิดปัจจัยร้านค้าขายอาหารบริเวณข้างเคียงที่ใช้ก๊าซหุงต้มทำการประกอบอาหารตลอดเวลา เช่นเดียวกับงานวิจัยของ Huang Y., et al. (2011) เมื่อจำนวนการใช้ก๊าซหุงต้มมากขึ้นทำให้ปริมาณของ Toluene มากขึ้นด้วยและงานวิจัยของ Lee S.C., et al. (2001) แสดงให้เห็นว่าปริมาณของ Toluene ใน outdoor air มีมากกว่าในร้านอาหารบางประเภทเนื่องมาจากการปล่อยไอเสียของยานพาหนะ ดังนั้น Toluene ที่มีปริมาณสูงมากจากงานของผู้วิจัยอาจเกิดจากปัจจัยต่างๆดังที่กล่าวข้างต้น

จากการประเมินความเสี่ยงสุขภาพซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือการประเมินความเสี่ยงสุขภาพสำหรับสารที่ไม่ก่อมะเร็งโดยการประเมินค่า Hazard Quotient ทั้งหมด 19 คน เพื่อหาค่าเฉลี่ย Hazard quotient ในแต่ละชนิดสาร ประกอบด้วย Toluene, Tetrachloroethene, Chlorobenzene, Ethylbenzene, o,m,p-Xylene และ Styrene พบว่าผลการประเมินค่าเฉลี่ย Hazard quotient เท่ากับ $1.06 \times 10^{-2} \pm 1.02 \times 10^{-2}$, $3.04 \times 10^{-2} \pm 8.50 \times 10^{-3}$, $1.00 \times 10^{-3} \pm 2.00 \times 10^{-4}$, $4.20 \times 10^{-3} \pm 9.00 \times 10^{-4}$, $4.38 \times 10^{-2} \pm 1.67 \times 10^{-2}$ และ $1.20 \times 10^{-3} \pm 3.00 \times 10^{-4}$ ตามลำดับ มีค่าน้อยกว่า 1 ตามคำแนะนำของ USEPA 2009 ซึ่งไม่มีความเสี่ยงสุขภาพจากสารไม่ก่อมะเร็ง จึงสอดคล้องกับงานวิจัยของ Li L., et al. (2014) ที่เก็บตัวอย่างอากาศแบบ Outdoor air บริเวณย่านชุมชนเมืองแล้วทำการประเมินความเสี่ยงสุขภาพในกลุ่มสาร Toluene, Ethylbenzene, Xylene และ Styrene ซึ่งสารเหล่านี้มีน้อยกว่า 1 จึงไม่มีความเสี่ยงสุขภาพจากสารไม่ก่อมะเร็งเช่นกัน จากการประเมินค่า Hazard Index ของทุกสารที่ไม่ก่อให้เกิดมะเร็งซึ่งส่งผลกระทบต่อสุขภาพแบบรายบุคคล พบว่าค่าประเมิน Hazard Index ของกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษามีค่าน้อยกว่า 1 ตามคำแนะนำของ USEPA 2009 แสดงว่าไม่มีความเสี่ยงสุขภาพจากสารไม่ก่อมะเร็ง และการประเมินความเสี่ยงสุขภาพสำหรับสารก่อมะเร็ง จากผลการวิเคราะห์สารอินทรีย์ระเหยง่ายที่กลุ่มตัวอย่างได้รับสัมผัสมี 2 สาร คือ Tetrachloroethene และ Ethylbenzene ที่ก่อให้เกิดมะเร็งจากข้อมูลของ USEPA 2009

การจัดประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 4 The 4th STOU Graduate Research Conference

เมื่อประเมินค่าเฉลี่ย Cancer Risk จากสารอินทรีย์ระเหยง่ายทั้ง 2 สารดังกล่าว พบว่าผลการประเมินค่าเฉลี่ย Cancer Risk ของสาร Tetrachloroethene และ Ethylbenzene เท่ากับ 5.69×10^{-8} และ 2.02×10^{-6} ตามลำดับ และค่า Cancer Risk ของสาร Tetrachloroethene มีค่าต่ำสุด เท่ากับ 4.10×10^{-9} ค่าสูงสุด เท่ากับ 1.84×10^{-7} และสาร Ethylbenzene มีค่าต่ำสุด เท่ากับ 1.92×10^{-7} ค่าสูงสุด เท่ากับ 7.99×10^{-6} ซึ่งค่า Cancer Risk จากการรับสัมผัส Ethylbenzene ในบางรายบุคคล อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับไม่ได้ (Unacceptable Risk, $>1 \times 10^{-6}$) พบว่ามีค่าสูงถึง 7.99×10^{-6} คือมีโอกาสเป็นมะเร็ง 8 รายจากคนจำนวน 1 ล้านคน ซึ่งระยะเวลาและปริมาณการรับสัมผัสสารเป็นปัจจัยหลักที่มีผลต่อค่า Cancer Risk โดยมีทิศทางที่แปรผันตามกัน ทั้งนี้สารก่อมะเร็งเหล่านี้ไม่มีการกำหนดระดับของสารที่ปลอดภัย (Threshold dose) คือ การไม่ได้รับสัมผัสสารก่อมะเร็งนั้น ระดับความเสี่ยงของการเกิดมะเร็งเป็นศูนย์ แต่เมื่อเริ่มได้รับสัมผัสสารก่อมะเร็ง จะเริ่มได้รับอันตรายจากสารก่อมะเร็งนั้น (พรพิมล กองทิพย์, 2556.)

ข้อเสนอแนะ

จากผลการศึกษาพบว่าในกลุ่มผู้ประกอบการอาชีพค้าขายริมถนนบางรายมีความเสี่ยงต่อสุขภาพจากการรับสัมผัสสารอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับไม่ได้ (Unacceptable Risk) ดังนั้นเพื่อความปลอดภัยและสุขภาพของผู้ประกอบการอาชีพค้าขายริมถนนจึงควรมีแนวทางในการควบคุมและป้องกันการสัมผัสสาร กล่าวคือ

- 1.สารอินทรีย์ระเหยง่ายถูกปล่อยจากไอเสียของยานพาหนะเป็นหลัก ซึ่งการควบคุมที่แหล่งกำเนิดเป็นสิ่งสำคัญที่สุด ดังนั้นหน่วยงานที่เกี่ยวข้องจึงควร โครงการรณรงค์และกำหนดมาตรฐานแก้ไขเพื่อลดการปลดปล่อยไอเสียของยานพาหนะซึ่งเป็นมลพิษทางอากาศ

- 2.การควบคุมทางการบริหารจัดการ โดยรณรงค์ให้ความรู้เพื่อให้ผู้ประกอบการอาชีพค้าขายริมถนนตระหนักถึงอันตรายต่อสุขภาพรวมถึงวิธีการป้องกันตนเองจากการรับสัมผัสสารอินทรีย์ระเหยง่ายจากการปล่อยไอเสียของยานพาหนะ

- 3.การควบคุมที่ตัวผู้รับ เมื่อไม่สามารถทำให้สิ่งแวดล้อมการทำงานปราศจากอันตรายต่อสุขภาพได้ ดังนั้นการสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล จึงมีความเป็นจำเป็นอย่างยิ่งสำหรับผู้ประกอบการอาชีพค้าขายริมถนนและควรเลือกใช้อุปกรณ์ที่ถูกต้องเหมาะสมในการป้องกันการรับสัมผัสสารอินทรีย์ระเหยง่ายซึ่งเป็นไอระเหยจากไอเสียของยานพาหนะ เช่นหน้ากากสำหรับป้องกันไอระเหย เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

ประสงค์ คุณานุวัฒน์ชัยเดช และไมตรี สุทธิจิตต์. (2545). *Volatile Organic Chemicals and Health*. พิษวิทยาสาร. สืบค้นเมื่อ 25 กรกฎาคม 2556, จาก

http://webdb.dmsc.moph.go.th/ifc_toxic/a_tx_2_001c.asp?info_id=120

พรพิมล กองทิพย์. (2556). *การประเมินขนาดและการตอบสนองต่อสาร. การประเมินการรับสัมผัสและความเสี่ยงต่อสุขภาพ*. (หน้า 209-219). กรุงเทพมหานคร: เบสท์ กราฟฟิค เพรส.

การจัดประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 4
The 4th STOU Graduate Research Conference

วิจิตร บุญชะโหดระ. (2542). *มลภาวะจากท่อไอเสียรถ*. สืบค้นเมื่อ 16 ตุลาคม 2557, จาก

<https://web.ku.ac.th/schoolnet/>

[snet6/envi3/tol/toln.htm](https://web.ku.ac.th/schoolnet/snet6/envi3/tol/toln.htm)

สถาบันนวัตกรรมการเรียนรู้. (2555). *แหล่งของมลพิษในอากาศ*. สืบค้นเมื่อ 16 ตุลาคม 2557, จาก

http://www.il.mahidol.ac.th/e-media/ecology/chapter2/framechapter2_frame.htm

สำนักงานการจราจรและขนส่งกรุงเทพมหานคร. (2556). *หนังสือสถิติจราจรประจำปี 2555*. สืบค้นเมื่อ 28

มิถุนายน 2556, จาก <http://www.bangkok.go.th/traffic/>

สำนักงานสถิติแห่งชาติ. (2556). *สถิติการใช้รถยนต์ที่จดทะเบียนสะสมในเขตกรุงเทพฯ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2550-2555*.

สืบค้นเมื่อ 4 มกราคม 2557, จาก

<http://www.nic.go.th/search1/showDetail.asp?url1=http://ws.mot.nic.go.th/wservice>

[/public/4778&tGraph=1](http://www.nic.go.th/search1/showDetail.asp?url1=http://ws.mot.nic.go.th/wservice/public/4778&tGraph=1)

Agency for Toxic Substances and Disease Registry(ATSDR). (2014). Toxicological Profile. Retrived October 16, 2014, form <http://www.atsdr.cdc.gov/>

Buczynska A.J., Krata A., Stranger M., Godoi A.F.L., Kontozova-Deutsch V., Bencs L, Naveau I., Roekens E., Grieken. R.V.(2009). Atmospheric BTEX-concentrations in an area with intensive street traffic. *Atmospheric Environment*, 43, 311-318.

Clean Air Strategic Alliance. (n.d.) *VOLATILE ORGANIC COMPOUNDS (VOCs)*. Retrived May 31, 2014, from <http://dwb.unl.edu/teacher/nsf/c09/c09links/www.casahome.org/volatile.html>

Curtis L., Rea W., Smith-Willis P., Fenyves E., Pan Y. (2006). Adverse health effects of outdoor air pollutants. *Environment International*, 32, 815–830.

Huanga Y., Ho S.S.H., Ho K.F., Lee S.C., Yu J.Z., Louie P.K.K. (2011). Characteristics and health impacts of VOCs and carbonyls associated with residential cooking activities in Hong Kong. *Journal of Hazardous Materials*, 186 , 344–351.

Lee S.C., Li W.M., Chan L.Y. (2001). Indoor air quality at restaurants with different styles of cooking in metropolitan Hong Kong. *The Science of the Total Environment*, 279, 181-193.

Li L., Li H., Zhang X., Wang L., Xu L., Wang X., Yu Y., Zhang Y., Cao Y. (2014). Pollution characteristics and health risk assessment of benzene homologues in ambient air in the northeastern urban area of Beijing, China. *Journal of Environmental Sciences*, 26, 214–223.

Kongtip P., Thongsuk W., Yoosook W., Chantanakul S. (2006). Health effects of metropolitan traffic-related air pollutants on street vendors. *Atmospheric Environment*, 40, 7138-7145.

Srivastava A., Josepha A.E., Devottab S. (2006) Volatile organic compounds in ambient air of Mumbai—India. *Atmospheric Environment*, 40, 892–903.

The National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH). NIOSH Manual of Analytical Methods. Retrived August 18, 2013, from <http://www.cdc.gov/niosh/docs/2003-154/pdfs/1501.pdf>

การจัดประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 4
The 4th STOU Graduate Research Conference

- Tovalin-Ahumada H., Whitehead L. (2007). Personal exposures to volatile organic compounds among outdoor and indoor workers in two Mexican cities. *Science of the Total Environment*, 376, 60-71.
- United States Environmental Protection Agency. (2009). Risk Assessment Guidance for Superfund. Retrieved August 29, 2013, from http://www.epa.gov/oswer/riskassessment/ragsf/pdf/partf_200901_final.pdf
- United States Environmental Protection Agency. (2012). *Cars, Trucks, Buses, and "Nonroad" Equipment*. Retrieved May 31, 2014, from http://www.epa.gov/airquality/peg_caa/carstrucks.html
- United States Environmental Protection Agency. (2013). *Health effects notebook for hazardous air pollutants*. Retrieved May 31, 2014, from <http://www.epa.gov/ttnatw01/hlthef/hapindex.html>
- United States Environmental Protection Agency. (2014). Integrated Risk Information System. Retrieved October 16, 2014, from <http://www.epa.gov/iris/subst/>
- Ware J.H., Spengler J.D., Neas L.M., Samer J.M., Wagner G.H., Couitas R., Ozkaynak H., Schwab M.. (1993). Respiratory and irritant health effects of ambient volatile organic compounds. The Kanawha County Health Study. *Am J Epidemiol*, 137, 1287-1301.

