

เปรียบเทียบปริมาณการรับสัมผัสสารเบนซีนของผู้ประกอบอาชีพ
ในสถานบริการน้ำมันเชื้อเพลิง จังหวัดขอนแก่น
**Comparison of Benzene Exposure among Occupations
at Gasoline Service Stations in Khon Kaen Province**

นพกรณ์ ทรงพันธุ์*, สุนิสา ชายเกลี้ยง**^a, วิชัย พฤกษ์ธาราทิกุล**

*นักศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น

**สาขาวิชาอนามัยสิ่งแวดล้อม อาชีวอนามัยและความปลอดภัย คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

^aผู้รับผิดชอบบทความ (e-mail: csunis@kku.ac.th)

Noppakorn Songpun*, Sunisa Chaiklieng^a Vichai Preuktharatikul****

*Master student of M.Sc. program in Occupational Health and Safety, Khon Kaen University

**Department of Environmental Health, Occupational Health and Safety,

Faculty of Public Health, Khon Kaen University

^aCorresponding author's e-mail: csunis@kku.ac.th

บทคัดย่อ

การศึกษานี้เป็นการวิจัยเชิงวิเคราะห์แบบภาคตัดขวาง (Cross - sectional analytical study) มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบปริมาณการรับสัมผัสสารเบนซีนของผู้ประกอบอาชีพในสถานบริการน้ำมันเชื้อเพลิงในจังหวัดขอนแก่น การรับสัมผัสสารเบนซีนได้จากการตรวจวัดปริมาณกรดมิวโคนิค (tran-tran Muconic Acid; t,t-MA) ในปัสสาวะก่อน และหลังปฏิบัติงานด้วยเทคนิค High Performance Liquid Chromatography (HPLC) จำนวนกลุ่มตัวอย่าง 139 คน คือ พนักงานเติมน้ำมัน 77 คน พนักงานเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่อง 33 คน แม่ค้า 29 คน ผลการศึกษาพบว่าหลังปฏิบัติงานแม่ค้ามีค่าเฉลี่ย t,t-MA สูงสุดคือ $609.76 \pm 644.68 \mu\text{g/g Cr}$. ค่าเฉลี่ยของผลต่างการรับสัมผัสในระหว่างปฏิบัติงาน (หลัง-ก่อน) พบว่าพนักงานเติมน้ำมันมีค่า t,t-MA สูงสุด $439.04 \pm 972.95 \mu\text{g/g Cr}$. ความเข้มข้นของสารเบนซีนในบรรยากาศการทำงานมีค่าเฉลี่ย $0.0047 \pm 0.0031 \text{ ppm}$. เปรียบเทียบปริมาณ t,t-MA ก่อน และหลังปฏิบัติงานพบว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เปรียบเทียบ t,t-MA กับค่าแนะนำของ American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH) พบว่ากลุ่มผู้ประกอบอาชีพมีปริมาณ t,t-MA สูงเกินกว่าค่าแนะนำร้อยละ 29.50 ดังนั้นจึงควรทำการเฝ้าระวังการรับสัมผัสสารเบนซีนอย่างต่อเนื่อง และศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการรับสัมผัส

คำสำคัญ : การรับสัมผัสสารเบนซีน, กรดมิวโคนิค, พนักงานเปลี่ยนน้ำมันเครื่อง, พ่อค้าแม่ค้า

Abstract

This study was a cross-sectional analytic study aimed to investigate benzene exposure among three occupations at gasoline service stations. The amount of benzene exposure of the working group in the gasoline service stations was obtained from the detection of tran, tran-Muconic Acid (t,t-MA) with the high performance liquid chromatography (HPLC) technique. There were 139 people working in fuel service stations included into the study as refueling worker (n=77), car care workers oil changed (n=33) and merchant/ seller in mini mart (n=29). The results of the study showed that after shiftwork, the merchants had the highest mean t,t-MA $609.76 \pm 644.68 \mu\text{g/g Cr}$. Considering the different of t,t-MA concentration after shiftwork compared to before shiftwork, the engine car care worker had the highest mean t,t-MA ($439.04 \pm 972.95 \mu\text{g/g Cr}$), The average concentration of benzene in the working environment was $0.0047 \pm 0.0031 \text{ ppm}$. Comparison results of benzene exposure before and after work shift, found that benzene exposure was statistically different ($p < 0.001$). Comparison results to recommendation of ACGIH, the results showed that the median value was not more than the recommendation. Considering the number of people who have the t,t-MA value higher than the recommended value after shiftwork, there were 41 people, accounting for 29.50%. Therefore, health and environmental monitoring for exposure to benzene should be conducted. Factors affecting benzene exposure among the gasoline station workers should be studied.

Keywords : Benzene exposure, t,t-muconic acid, engine car care workers, merchant/seller

Received 19/7/2019 Revised 18/9/2019 Accepted 23/9/2019

บทนำ

การขับเคลื่อนประเทศสู่ความมั่งคั่ง และยั่งยืน ทำให้เกิดการพัฒนาด้านเศรษฐกิจและสังคม เมื่อเศรษฐกิจและสังคมมีการเจริญเติบโตทำให้ความต้องการในการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงในการเดินทาง และการคมนาคมขนส่งมากยิ่งขึ้น ซึ่งในสารเคมีที่เป็นส่วนผสมน้ำมันเชื้อเพลิง และการเผาไหม้น้ำมันเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ที่ไม่สมบูรณ์ทำให้เกิดมลพิษทางอากาศ ซึ่งเป็นตัวการสำคัญที่ก่อให้เกิดผล

กระทบต่อสุขภาพอนามัยของผู้ที่ประกอบอาชีพที่มีความเกี่ยวข้อง และประชาชนโดยทั่วไป สารเบนซินเป็นหนึ่งในส่วนผสมของน้ำมันเชื้อเพลิงที่หลายประเทศให้ความสำคัญ และควบคุมปริมาณส่วนผสมในน้ำมันเชื้อเพลิง (ประเทศไทยไม่เกิน 1%)¹ เนื่องจากมีการศึกษาพบว่าสามารถก่อให้เกิดมะเร็งในมนุษย์ซึ่ง International Agency for Research on Cancer(IARC)² จัดให้สารเบนซินเป็นสารก่อมะเร็งกลุ่ม 1 จากความต้องการในการใช้เชื้อเพลิง

ที่มากขึ้นทำให้ค่าปริมาณความเข้มข้นของสารเบนซีนในอากาศ ในจังหวัดระยอง กรุงเทพฯ เชียงใหม่ ขอนแก่น และสงขลา ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2551 – 2558 มีค่าเฉลี่ยรายปีเกิน $1.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ต่อปีซึ่งเป็นค่ามาตรฐานที่กรมควบคุมมลพิษกำหนดไว้³ เมื่อมีการอุปโภคน้ำมันเชื้อเพลิงมากขึ้น จึงทำให้ผู้ประกอบการอาชีพที่เกี่ยวข้องมีโอกาสได้รับอันตรายจากการสัมผัสสารเบนซีน ซึ่งสามารถเข้าสู่ร่างกายได้ 3 ทางคือทางการหายใจ ทางผิวหนัง และการกลืนกิน จากรายงานสถานการณ์โรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อมปี พ.ศ. 2557 พบว่ามีผู้ป่วยนอกจากพิษสารทำลาย 509 คน โดยผลิตภัณฑ์จากปิโตรเลียม 201 คน เบนซีน 150 คน และคู่เหมือนของเบนซีน (โทลูอีน, ไซลีน) 12 คน จากประชากรกลางปี 65 ล้านคน อัตราป่วย 0.78 ต่อประชากรหนึ่งแสนคน⁴ ซึ่งแสดงให้เห็นว่ายังคงต้องพัฒนามาตรการความปลอดภัยในการควบคุม และการป้องกันโรคจากสารเบนซีนเพื่อให้มีจำนวนผู้ป่วยลดน้อยลง

การตรวจวิเคราะห์ปริมาณการรับสัมผัสสารเบนซีนสามารถทำได้จากการตรวจหา $t,t\text{-MA}$ ซึ่งเป็นเมแทบอไลต์ของสารเบนซีนในปัสสาวะ ACGIH ได้กำหนดค่า $t,t\text{-MA}$ หลังปฏิบัติงานต้องไม่เกิน $500 \mu\text{g}/\text{g Cr}$.⁵ จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่า การปฏิบัติงานของกลุ่มอาชีพที่มีความเสี่ยงซึ่งประกอบไปด้วย ตำรวจจราจร คนขายของริมถนน พนักงานขายของชั้นใต้ดิน พนักงานเติมน้ำมัน พนักงานบริการลานจอดรถ ด้วยวิธีการตรวจวัดระดับความเข้มข้นอากาศแบบพื้นที่ และบุคคล พบว่ากลุ่มอาชีพที่ได้รับปริมาณการสัมผัสมากที่สุดคือ พนักงานบริการสถานีน้ำมันเชื้อเพลิง⁶ การศึกษาปริมาณ $t,t\text{-MA}$ ในผู้ประกอบการอาชีพบริเวณริมถนนสุขุมวิทจังหวัดระยอง ได้แก่ พนักงานเติมน้ำมัน จักรยานยนต์รับจ้าง ตำรวจจราจร และแม่ค้าปิ้งย่าง เก็บปัสสาวะ 3 ช่วงเวลา คือ ก่อนเข้าทำงาน หลังเข้าทำงาน และก่อนเข้าทำงานวันถัดไป

พบว่าพนักงานเติมน้ำมันมีค่า $t,t\text{-MA}$ สูงสุด การเปรียบเทียบปริมาณ $t,t\text{-MA}$ ในช่วงเวลาที่เก็บปัสสาวะพบว่าค่าเฉลี่ย $t,t\text{-MA}$ ในปัสสาวะแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)⁷

ขอนแก่นเป็นจังหวัดที่มีจำนวนประชากรมากที่สุด ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน มีประชากรทั้งสิ้น 1,798,014 คน⁸ และมีปริมาณการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงในปี พ.ศ. 2558 สูงสุดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน จำนวน 537 ล้านลิตร⁹ มีจำนวนสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิงมากที่สุดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน นั่นคือ 680 สถานีบริการ¹⁰ จากข้อมูลที่ได้กล่าวถึงข้างต้นทำให้ทราบว่าในสถานบริการน้ำมันเชื้อเพลิงเป็นแหล่งกำเนิดที่สำคัญของสารเบนซีน ซึ่งผู้ที่ดำเนินชีวิตอยู่ในสถานบริการน้ำมันเชื้อเพลิงมีโอกาสได้รับสัมผัส ผู้วิจัยจึงมีความสนใจในการศึกษาการรับสัมผัสสารเบนซีนในผู้ประกอบการอาชีพในสถานบริการน้ำมันเชื้อเพลิง โดยศึกษาการรับสัมผัสสารเบนซีนตามลักษณะอาชีพ ดังนี้ พนักงานเติมน้ำมัน พนักงานเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่อง และแม่ค้าในสถานบริการน้ำมันเชื้อเพลิง เนื่องจากผู้ประกอบการกลุ่มนี้ปฏิบัติงานในสถานบริการน้ำมันเชื้อเพลิง และมีโอกาสที่จะได้รับการสัมผัสสารเบนซีนตลอดเวลาการทำงาน ซึ่งอาจจะส่งผลกระทบต่อสุขภาพ

วิธีการศึกษา

การศึกษานี้เป็นการวิจัยเชิงวิเคราะห์แบบภาคตัดขวาง (Cross-sectional analytical study) มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบปริมาณการรับสัมผัสสารเบนซีนของผู้ประกอบการอาชีพในสถานบริการน้ำมันเชื้อเพลิง คือ พนักงานเติมน้ำมัน ($n=77$) พนักงานเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่อง ($n=33$) แม่ค้า ($n=29$) จำนวนตัวอย่างได้จากการคำนวณขนาดตัวอย่าง เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยประชากรสองกลุ่มที่เป็นอิสระต่อกัน จากการศึกษาปริมาณ $t,t\text{-MA}$ ในผู้ประกอบการอาชีพบริเวณริมถนนสุขุมวิท

จังหวัดระยอง ได้แก่ พนักงานเติมน้ำมัน จักรยานยนต์รับจ้าง ตำรวจจราจร และแม่ค้าปิ้งย่าง พบว่าหลังปฏิบัติงาน พนักงานเติมน้ำมัน และแม่ค้าปิ้งย่างมีค่าเฉลี่ย $115.26 \pm 142.64 \mu\text{g/g Cr.}$ และ $32.42 \pm 59.31 \mu\text{g/g Cr.}$ ตามลำดับ⁶ ค่าอำนาจการทดสอบร้อยละ 80 ด้วยโปรแกรม STATA ต้องใช้ตัวอย่างไม่ต่ำกว่า 28 คนต่อกลุ่ม เกณฑ์การคัดเข้าอายุ 18 - 59 ปี ปฏิบัติงานในสถานบริการน้ำมันอย่างน้อย 8 ชม. ต่อวัน ไม่สูบบุหรี่ ไม่ดื่มแอลกอฮอล์ในช่วง 24 ชม. ที่ผ่านมา ไม่มีโรคประจำตัว ไม่เป็นผู้อยู่ในระหว่างตั้งครรภ์ ตัวอย่างอากาศในการศึกษาได้จากการเก็บตัวอย่างอากาศแบบพื้นที่ ที่ระดับทางเดินหายใจของผู้ประกอบอาชีพในสถานบริการน้ำมันเชื้อเพลิง สุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจงในบริเวณที่ผู้ประกอบอาชีพมีการปฏิบัติงาน และใกล้หัวจ่ายน้ำมันเบนซิน จากสถานบริการน้ำมันเชื้อเพลิงจำนวน 27 สถานีบริการ รวมตัวอย่างอากาศทั้งสิ้น 41 ตัวอย่าง เก็บตัวอย่างในช่วงเดือนมิถุนายน 2561 - สิงหาคม 2561 (ฤดูฝน)

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

1. แบบสัมภาษณ์ แบบสัมภาษณ์ประกอบด้วย เพศ อายุ สถานภาพสมรส ระดับการศึกษา วันทำงานต่อสัปดาห์ ใช้เก็บข้อมูลลักษณะทั่วไปของผู้ประกอบอาชีพในสถานบริการน้ำมันเชื้อเพลิงในจังหวัดขอนแก่น

2. การตรวจวิเคราะห์ความเข้มข้นของปริมาณสารเบนซิน เก็บตัวอย่างอากาศแบบพื้นที่ตามหลักการของ NIOSH Method 1501¹¹ ด้วยหลอดบรรจุตัวดูดซับแบบ charcoal tube ที่ความสูง 1.5 เมตร บริเวณใกล้ผู้ประกอบอาชีพปฏิบัติงาน และหัวจ่ายน้ำมันเบนซินด้วยอัตราการไหล 0.1 ลิตรต่อนาที เป็นเวลา 4 ชั่วโมง นำ Charcoal tube ใส่กล่องควบคุมความเย็นที่ 5°C ส่งวิเคราะห์ห้องปฏิบัติการเอกชนที่ได้รับการรับรองจากกระทรวงอุตสาหกรรม วิเคราะห์ด้วยเทคนิค Gas chroma-

tography - Flame ionization detector (GC - FID) วิเคราะห์หาสารเบนซินในหน่วยวัด ppm.

3. การตรวจวิเคราะห์ปริมาณการรับสัมผัสสารเบนซิน เข้าและนำ และคัดกรองกลุ่มตัวอย่างก่อนเก็บตัวอย่างปัสสาวะ 1 วัน เก็บตัวอย่างปัสสาวะก่อนและหลังปฏิบัติงาน ด้วยหลอดโพลีเอทิลีนขนาด 10 มิลลิลิตร เก็บตัวอย่างปัสสาวะในตู้เย็นที่ 4°C นำส่งวิเคราะห์ห้องปฏิบัติการโรงพยาบาลหน่วยงานภาครัฐ ด้วยเทคนิค HPLC วิเคราะห์หา t,t-MA ในหน่วย $\mu\text{g/g Cr.}$

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติพรรณนา และสถิติอนุมานโดยใช้โปรแกรม Stata version 10.0 ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยขอนแก่น

1. สถิติพรรณนา เพื่อบรรยายคุณลักษณะส่วนบุคคล ได้แก่ เพศ อายุ การศึกษา สถานภาพสมรส กรณีข้อมูลแจกแจงนับใช้ความถี่ ร้อยละ กรณีข้อมูลต่อเนื่องใช้ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่ามัธยฐาน ค่าสูงสุด และค่าต่ำสุด

2. สถิติอนุมาน ใช้ Nonparametric statistics เนื่องจากข้อมูลที่เก็บได้แจกแจงไม่ปกติ โดยใช้สถิติ Wilcoxon match pairs signed rank test เพื่อเปรียบเทียบปริมาณการรับสัมผัสสารเบนซินก่อน และหลังปฏิบัติงาน สถิติ Kruskal-Wallis equality of population rank test เพื่อเปรียบเทียบปริมาณการรับสัมผัสสารเบนซินระหว่างกลุ่มผู้ประกอบอาชีพ

จริยธรรมในการวิจัย

การศึกษาในครั้งนี้ได้ผ่านการรับรองจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์มหาวิทยาลัยขอนแก่น เมื่อวันที่ 13 มีนาคม พ.ศ. 2561 เลขที่ HE 612073 โดยยึดหลักเกณฑ์ตามคำประกาศเฮลซิงกิ (Declaration of Helsinki) และแนวทางการปฏิบัติการวิจัยทางคลินิกที่ดี (ICH GCP)

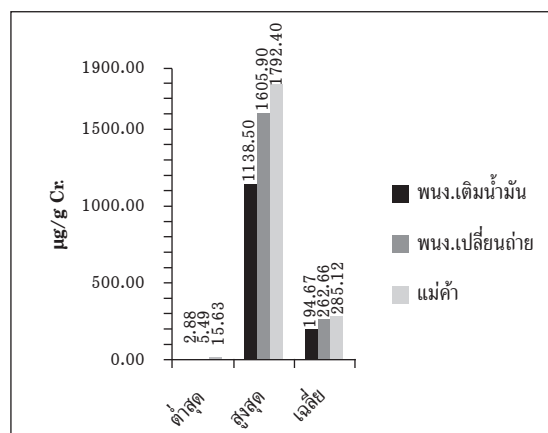
ผลการศึกษา

กลุ่มผู้ประกอบอาชีพที่ได้รับสัมผัสสารเบนซีนในสถานบริการน้ำมันเชื้อเพลิงในเขตจังหวัดขอนแก่น ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง ร้อยละ 68.35 อายุอยู่ในช่วง 26 - 35 ปี ร้อยละ 28.06 สถานภาพสมรส ร้อยละ 46.04 ระดับการศึกษามัธยมศึกษา ร้อยละ 30.94 ทำงาน 6 วันต่อสัปดาห์ ร้อยละ 51.08 มีโอกาสได้รับควันบุหรี่จากผู้ให้บริการและครอบครัว ร้อยละ 72.66 สภาพแวดล้อมและความเข้มข้นของสารเบนซีนในวันที่เก็บตัวอย่างพบว่าอุณหภูมิเฉลี่ย ($^{\circ}\text{C}$) 26.39 ± 2.07 ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย (%) 87.58 ± 8.57 ความเร็วลมเฉลี่ย (km./hr.) 7.02 ± 3.60 ความเข้มข้นของสารเบนซีนในอากาศเฉลี่ย (ppm.) 0.0047 ± 0.0031 รายละเอียดดังตารางที่ 1

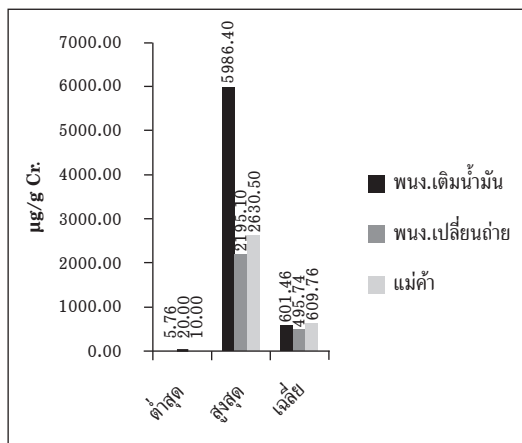
ปริมาณ t,t-MA ของผู้ประกอบอาชีพในสถานบริการน้ำมันเชื้อเพลิง พบว่าก่อนปฏิบัติงานพนักงานเติมน้ำมันมีค่าเฉลี่ย t,t-MA ต่ำสุด $194.67 \pm 194.55 \mu\text{g/g Cr.}$ แม่ค้ำมีค่าเฉลี่ย t,t-MA สูงสุด $285.12 \pm 331.65 \mu\text{g/g Cr.}$ หลังปฏิบัติงานพนักงานเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่องมีค่าเฉลี่ย t,t-MA ต่ำสุด $495.74 \pm 546.05 \mu\text{g/g Cr.}$ แม่ค้ำมีค่าเฉลี่ย t,t-MA สูงสุด $609.76 \pm 644.68 \mu\text{g/g Cr.}$ ค่าเฉลี่ยของผลต่างก่อน และหลังปฏิบัติงานพบว่าพนักงานเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่องมีค่า t,t-MA ต่ำสุด $266.42 \pm 334.86 \mu\text{g/g Cr.}$ พนักงานเติมน้ำมันมีค่า t,t-MA สูงสุด $439.04 \pm 972.95 \mu\text{g/g Cr.}$ รายละเอียดดังภาพที่ 1 ภาพที่ 2 และภาพที่ 3

ตารางที่ 1 ข้อมูลลักษณะสภาพแวดล้อม และความเข้มข้นของสารเบนซีน ในวันที่เก็บตัวอย่าง

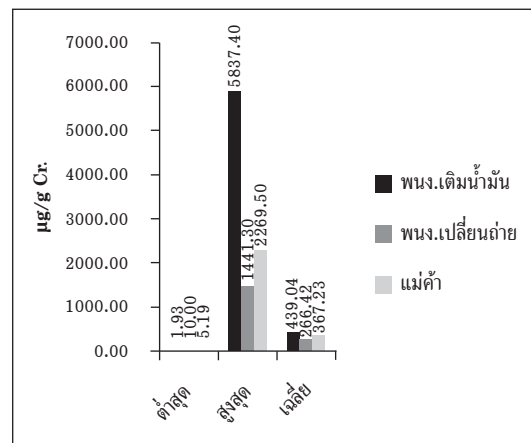
สภาพแวดล้อม/ ความเข้มข้นของสารเบนซีน	ต่ำสุด	สูงสุด	ค่าเฉลี่ย	SD
อุณหภูมิ ($^{\circ}\text{C}$)	23.65	27.78	26.39	2.07
ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	78.50	98.50	87.58	8.57
ความเร็วลม (km./hr.)	2.01	12.47	7.02	3.60
ความเข้มข้นของสารเบนซีน (ppm.)	0.0004	0.0121	0.0047	0.0031



ภาพที่ 1 ค่าต่ำสุด สูงสุด t,t-MA ก่อนปฏิบัติงาน($\mu\text{g/g Cr.}$)



ภาพที่ 2 ค่าต่ำสุด สูงสุด t,t-MA หลังปฏิบัติงาน(µg/g Cr.)



ภาพที่ 3 ผลต่างต่ำสุด สูงสุด t,t-MA (µg/g Cr.)

ผลการเปรียบเทียบ t,t-MA กลุ่มผู้ประกอบการอาชีพในสถานบริการน้ำมันเชื้อเพลิง หลังปฏิบัติงานและคำแนะนำความปลอดภัยของ ACGIH⁵ พบว่ามีผู้ประกอบการอาชีพในสถานบริการน้ำมันเชื้อเพลิงจำนวน 41 คน คิดเป็นร้อยละ 29.50 มีค่า t,t-MA มากกว่า 500 µg/g Cr. เกินคำแนะนำความปลอดภัย

เมื่อแบ่งตามลักษณะอาชีพพบว่าพนักงานเติมน้ำมัน (n=77) 21 คน ร้อยละ 15.15 พนักงานเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่อง (n=33) 10 คน ร้อยละ 7.19 และแม่ค้า (n=29) 10 คน ร้อยละ 7.19 มีค่า t,t-MA สูงเกินคำแนะนำความปลอดภัยของ ACGIH รายละเอียดดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 จำนวน ร้อยละ ของผู้ประกอบการอาชีพตามอาชีพที่มีปริมาณการรับสัมผัสสารเบนซีน หลังปฏิบัติงาน (t,t-MA) สูงกว่าคำแนะนำความปลอดภัยของ ACGIH(500 µg/g Cr.)

อาชีพ	ต่ำสุด-สูงสุด (µg/g Cr.)	tt-MA>500 µg/g Cr. (%) (คน/ทั้งหมด)	tt-MA>500 µg/g Cr. (%) (คน/อาชีพ)
พวง.เติมน้ำมัน (n=77)	5.76 – 5,986.44	15.15(21)	27.27(21)
พวง.เปลี่ยนน้ำมันเครื่อง (n=33)	20.00 – 2,195.12	7.19(10)	30.30(10)
แม่ค้า (n=29)	10.00 – 2,630.53	7.19(10)	34.48(10)
ทุกอาชีพ (n=139)	5.76 – 5,986.44	29.50(41)	29.50(41)

* ACGIH กำหนดปริมาณ t,t-MA หลังปฏิบัติงานต้องไม่เกิน 500 µg/g Cr.

ผลการเปรียบเทียบปริมาณ t,t-MA ก่อนและหลังปฏิบัติงานพบว่าทุกอาชีพ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) รายละเอียดดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบปริมาณการรับสัมผัสสารเบนซีน (t,t-MA) ของกลุ่มผู้ประกอบการอาชีพในสถานบริการน้ำมันเชื้อเพลิงก่อนและหลังปฏิบัติงาน

กลุ่มอาชีพ	ค่ามัธยฐานของผลต่าง (หลัง – ก่อนเข้างาน)	95% ของค่ามัธยฐานผลต่าง	p-value
พจน.สถานีบริการเชื้อเพลิง	121	23 – 175	0.001*
พจน.เปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่อง	118	48 – 234	0.002*
ร้านค้า	88	9 – 316	0.005*
ทุกอาชีพ	118	62 – 165	0.001*

* $p < 0.05$

ผลการเปรียบเทียบปริมาณ t,t-MA หลังปฏิบัติงาน และผลต่างระหว่างกลุ่มผู้ประกอบการอาชีพ พบว่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) รายละเอียดดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 เปรียบเทียบปริมาณ t,t-MA หลังปฏิบัติงาน ผลต่าง t,t-MA ระหว่างกลุ่มผู้ประกอบการอาชีพในสถานบริการน้ำมันเชื้อเพลิง

อาชีพ	IQR(Q1-Q3)($\mu\text{g/g Cr.}$)		p-value (Kruskal wallis)	
	หลังปฏิบัติงาน	ผลต่าง	หลังปฏิบัติงาน	ผลต่าง
1. พนักงานเติมน้ำมัน (n=77)	248.78 (100.62-690.32)	122.14 (48.14-388.04)		
2. พจน.เปลี่ยนน้ำมันเครื่อง (n=33)	289.70 (89.86-705.08)	120.54 (85.84-275.52)	0.973	0.222
3. แม่ค้า (n=29)	372.97 (171.24-868.97)	120.70 (47.41 -460.45)		

อภิปรายผล

จากการศึกษาพบว่าความเข้มข้นของสารเบนซีนในบรรยากาศการทำงานเฉลี่ย 0.0047 ± 0.0031 ppm. สอดคล้องกับการศึกษาความเข้มข้นของสารเบนซีนในสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิงจังหวัดร้อยเอ็ด ซึ่งพบว่าในฤดูฝนมีความเข้มข้น 0.0043 ± 0.0046 ppm.¹² ก่อนปฏิบัติงานพนักงานเติมน้ำมันมีค่า t,t-MA เฉลี่ยต่ำสุด 194.67 ± 194.55 µg/g Cr. แม้มามีค่าเฉลี่ยสูงสุด 285.12 ± 331.65 µg/g Cr. หลังปฏิบัติงานพนักงานเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่องมีค่าเฉลี่ย 495.74 ± 546.05 µg/g Cr. พนักงานเติมน้ำมันมีค่าเฉลี่ย 601.46 ± 1032.562 µg/g Cr. แม้มามีค่าเฉลี่ย 609.76 ± 644.68 µg/g Cr. ค่าเฉลี่ยของผลต่างก่อนและหลังปฏิบัติงาน พบว่าพนักงานเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่องมีค่าต่ำสุด 266.42 ± 334.86 µg/g Cr. พนักงานเติมน้ำมันมีค่าสูงสุด 439.04 ± 972.95 µg/g Cr. สอดคล้องกับการศึกษาปริมาณการรับสัมผัสสารอินทรีย์ระเหยง่ายได้แก่ สารเบนซีน โทโลอีน เอทิลเบนซีน เมตาไซลีน พาราไซลีน ออโทไซลีน ในพื้นที่ปฏิบัติงานของกลุ่มอาชีพที่มีเสี่ยงซึ่งประกอบไปด้วย ตำรวจจราจร คนขายของริมถนน พนักงานขายของชั้นใต้ดิน พนักงานสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง พนักงานบริการพื้นที่จอดรถ พบว่ากลุ่มอาชีพที่ได้รับปริมาณการสัมผัสมากที่สุดคือ พนักงานบริการสถานีน้ำมันเชื้อเพลิง⁶ หากพิจารณาการรับสัมผัสตั้งแต่ก่อนปฏิบัติงานจะพบค่าเฉลี่ย t,t-MA ของพนักงานเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่องและแม้มามีค่าสูงอยู่แล้ว แต่ค่าเฉลี่ย t,t-MA หลังปฏิบัติงานพนักงานเติมน้ำมัน และแม้มามีค่าใกล้เคียงกัน และเมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยผลต่างการรับสัมผัสสารเบนซีนกลับพบว่าพนักงานเติมน้ำมันมีค่า t,t-MA สูงสุด นั้นแสดงให้เห็นว่าพนักงานเติมน้ำมันได้รับการสัมผัสสารเบนซีนจากการประกอบอาชีพมากกว่าทุกกลุ่ม อาจเป็นเพราะพนักงานเติมน้ำมันอยู่ใกล้แหล่ง

กำเนิดสารเบนซีน (หัวจ่ายน้ำมัน) ทำให้มีความถี่ในการรับสัมผัสไอระเหยจากสารเบนซีนมากกว่ากลุ่มอาชีพอื่น อีกทั้งพนักงานเติมน้ำมันยังมีโอกาสได้รับการสัมผัสทางผิวหนัง และการกลืนกิน เนื่องจากไม่ล้างมือก่อนรับประทานอาหาร เมื่อทำการเปรียบเทียบปริมาณการรับสัมผัสสารเบนซีน (t,t-MA) ของกลุ่มผู้ประกอบอาชีพในสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิงก่อน และหลังปฏิบัติงาน พบว่าปริมาณการรับสัมผัสสารเบนซีน (t,t-MA) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ค่ามัธยฐานของความแตกต่างเท่ากับ 118 µg/g Cr. และเมื่อพิจารณาช่วงความเชื่อมั่นที่ 95% ของค่ามัธยฐานพบว่าปริมาณการรับสัมผัสสารเบนซีนก่อนปฏิบัติงานและหลังปฏิบัติงาน มีค่าอยู่ระหว่าง $62 - 165$ µg/g Cr. ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาระดับสารเบนซีนในเลือดโดยใช้เทคนิคเอชเอสพีโซลิตเอสไมโครเอกซ์แทรกชัน พบว่าปริมาณสารเบนซีนในเลือดหลังปฏิบัติงานแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยที่ปริมาณสารเบนซีนในเลือดหลังปฏิบัติงานมีค่าสูงกว่าก่อนปฏิบัติงาน¹³ การศึกษาการเปรียบเทียบปริมาณการรับสัมผัสสารเบนซีน (t,t-MA) โดยการประเมินระดับ t,t-MA ในปัสสาวะ 3 ช่วงเวลา คือ ก่อนเข้าทำงาน หลังเข้าทำงาน และก่อนเข้าทำงานวันถัดไป พบว่าค่าเฉลี่ย t,t-MA ในปัสสาวะแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อพิจารณารายคู่ พบว่า t,t-MA หลังทำงานมีค่ามากกว่าก่อนเข้าทำงาน และก่อนเข้าทำงานวันถัดไป โดยพบว่าระดับ t,t-MA ก่อนเข้าทำงาน และหลังเข้าทำงานมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p -value = 0.002)⁷ การเปรียบเทียบปริมาณการรับสัมผัสสารเบนซีนระหว่างกลุ่มผู้ประกอบอาชีพในสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิงหลังปฏิบัติงาน และผลต่าง (หลัง - ก่อน) พบว่าปริมาณการรับสัมผัสสารเบนซีนของทั้ง 3 อาชีพแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (หลังปฏิบัติงาน p -value = 0.973 ,

ผลต่าง p-value = 0.222) ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 หรือปริมาณการรับสัมผัสสารเบนซีนของทั้ง 3 ตำแหน่งงานไม่แตกต่างกัน ซึ่งต่างจากการศึกษา การศึกษาเปรียบเทียบปริมาณการรับสัมผัสสารเบนซีนระหว่างอาชีพประกอบอาชีพพนักงานสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง จักรยานยนต์รับจ้าง ผู้ประกอบอาชีพค้าขายริมถนน และตำรวจจราจร ทดสอบด้วยสถิติ One-Way ANOVA พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ 0.057 อาจจะเป็นเพราะการศึกษาอื่นได้ทำการศึกษากลุ่มอาชีพที่มีโอกาสรับสัมผัสเบนซีนจากแหล่งกำเนิดต่างกัน เช่น แหล่งกำเนิดสารเบนซีน ระยะเวลาในการทำงาน คิวไอเสียรถยนต์ แต่การศึกษานี้ได้เฉพาะจากสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง ในระยะเวลาปฏิบัติงานที่ใกล้เคียงกันซึ่งมีโอกาสในการสัมผัสที่ใกล้เคียงกัน การเปรียบเทียบระหว่างปริมาณการรับสัมผัสสารเบนซีน หลังปฏิบัติงาน (t,t-MA) และค่าแนะนำความปลอดภัยของ ACGIH (500 µg/g Cr.) ผลการวิเคราะห์ปริมาณสาร tt-MA ในปัสสาวะของผู้ประกอบอาชีพในสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง 27 สถานี จำนวน 139 คน พบว่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 578.09 ± 861.84 µg/g Cr. ซึ่งมีจำนวน 41 คน (ร้อยละ 29.50) ที่พบว่าสูงเกินค่าแนะนำความปลอดภัยของ ACGIH เมื่อแบ่งตามลักษณะอาชีพ พบว่าพนักงานเติมน้ำมัน (n=77) มีค่า tt-MA ระหว่าง 5.76 - 5986.44 µg/g Cr. มีจำนวน 21 คน (ร้อยละ 15.15) พนักงานเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่อง (n=33) ค่า t,t-MA ระหว่าง 20.00 - 2195.12 µg/g Cr. มีจำนวน 10 คน (ร้อยละ 7.9) และแม่ค้า (n=29) มีค่า tt-MA ระหว่าง 10 - 2630.53 µg/g Cr. ซึ่งมีจำนวน 10 คน (ร้อยละ 7.9) ที่พบว่าสูงเกินค่าแนะนำความปลอดภัยของ ACGIH สอดคล้องกับการศึกษาปริมาณการรับสัมผัสสารเบนซีนในพนักงานในสถานีบริการเชื้อเพลิง โดยตรวจพบค่าเฉลี่ย S-PMA ไม่เกินค่ามาตรฐานคำแนะนำของ ACGIH¹⁴

ถึงแม้จะพบว่าส่วนใหญ่กลุ่มผู้ประกอบอาชีพในสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิงจะมีค่าไม่เกินคำแนะนำ แต่ยังคงต้องทำการเฝ้าระวัง และเพิ่มมาตรการควบคุมป้องกันให้ผู้ประกอบอาชีพมีโอกาสรับสัมผัสน้อยที่สุด เพราะยังมีผู้ประกอบอาชีพที่ค่าเกินคำแนะนำ

ข้อจำกัดของการศึกษา การศึกษาครั้งนี้ได้ทำการศึกษาในช่วงฤดูฝนทำให้ค่าความเข้มข้นสารเบนซีนในบรรยากาศพบน้อยมาก ซึ่งมีหลายการศึกษา “ทำการศึกษาในช่วงฤดูฝน และมักจะพบว่าค่าความเข้มข้นของสารเบนซีนที่ตรวจพบมีค่าความเข้มข้นต่ำ” เป็นที่น่าสังเกตว่าความเข้มข้นของสารเบนซีนในบรรยากาศน้อยแต่ค่า t,t-MA ยังคงสูง อาจเป็นไปได้ว่าการเก็บตัวอย่างอากาศด้วยหลอดดูดซับ charcoal tube ในช่วงที่อากาศมีความชื้นอาจเป็นทางเลือกที่ไม่เหมาะสม

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษานี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช.) และขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรนภา ศุกรเวทย์ศิริ สำหรับข้อเสนอแนะและคำแนะนำตลอดการทำวิจัยในครั้งนี้ และ ดร.กรรณิการ์ ตฤณวุฒิมพงษ์ สำหรับที่ปรึกษาด้านสถิติในการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

1. กระทรวงพลังงาน.(2551). ประกาศกรมธุรกิจพลังงาน เรื่อง กำหนดลักษณะและคุณภาพของน้ำมันแก๊สโซฮอล์ พ.ศ. 2551. ค้นเมื่อ 9 กันยายน 2562, จาก http://www.dede.go.th /ewt_dl_link.php?nid=282.
2. International Agency for Research on Cancer [Internet]. 2016. [cited 2017 Aug 19]. Available from: <https://monographs.iarc.fr/list-of-classifications>.
3. สำนักจัดการคุณภาพอากาศ และเสียง กรม

- ควบคุมมลพิษ. (2558). สรุปผลการตรวจวัดสารอินทรีย์ระเหยง่าย (VOCs). ค้นเมื่อ 15 สิงหาคม 2560. จาก <http://aqnis.pcd.go.th/vocs>
4. สำนักโรคประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม. (2557). รายงานสถานการณ์โรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม. ค้นเมื่อ 13 กรกฎาคม 2560. จาก <http://envocc.ddc.moph.go.th>.
 5. NIOSH Pocket Guide to chemical hazards [Internet]. 2010. [cited 2017 Aug 19]. Available from: <http://www.cdc.gov/niosh/npg/npgd0049.html/>.
 6. Jo Wan Kuen, Song Ki Berm. (2001) Exposure to volatile organic compounds for Individuals with occupations associated with potential exposure to motor vehicle exhaust and/or gasoline vapor emissions. *Science of The Total Environment.*; 269(1): 25-37.
 7. ฉาน ปัทมะ พลอยง, อนามัย เทศกะทิก, นันทพร ภัทรพุทธ. (2558). การเปรียบเทียบการรับสัมผัสสารเบนซีนและผลกระทบต่อสุขภาพของกลุ่มผู้ประกอบการอาชีพริมถนนในเขตมาบตาพุด จังหวัดระยอง. *วารสารความปลอดภัยและสุขภาพ.*; 8(28): 7-20.
 8. สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2558). จำนวนประชากร การเกิด การตาย ทัวราชอาณาจักร ปี 2558. ค้นเมื่อ 15 สิงหาคม 2560. จาก http://social.nesdb.go.th/SocialStat/StatSubDefault_Final.aspx?catid=1.
 9. สำนักงานสถิติแห่งชาติ. (2561). ปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงที่ผู้ค้าน้ำมันจำหน่ายให้ลูกค้า จำแนกตามชนิดน้ำมันเชื้อเพลิง และสถานีบริการ พ.ศ. 2552 - 2561. ค้นเมื่อ 9 กันยายน 2562, จาก <http://statbbi.nso.go.th/staticreport/page/sector/th/13.aspx>.
 10. กรมธุรกิจพลังงาน กระทรวงพลังงาน. (2558). รายงานประจำปี 2558. ค้นเมื่อ 15 สิงหาคม 2560, จาก <http://www.doeb.go.th/2016/report.html#main>.
 11. NIOSH Manual of Analytical Methods 4th edition - Method Listing - B[Internet]. 2010.[cited 2017 Aug 19]. Available from: <https://www.cdc.gov/niosh/docs/2003-154/method-b.html>.
 12. อีรพงษ์ สายรัตน์, มณีรัตน์ องค์วรรณดี และ สหลาก หอมวุฒิมวงค์. (2558). การกระจายเชิงพื้นที่ของเบนซีน และโทลูอีนในอากาศภายในสถานีบริการน้ำมัน. *วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม. มหาสารคาม: บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยมหาสารคาม.*
 13. ฉัตรชัย ชุมกระโทก, พนิช คำรบธนสาร, อุปลัมภ์ โปธิกนิษฐ์. (2552). การตรวจระดับสารเบนซีนในเลือดด้วยเทคนิคเฮตสเปซโซลิดเฟสไมโครเอกซ์แทรกชัน ของผู้ประกอบการอาชีพสัมผัสสารเบนซีนในเขตเทศบาลนครราชสีมา. *วารสารราชพฤกษ์* 6., 137-14.
 14. ศศิธร สุกรีธา, วรศักดิ์ อินทร์ชัย, พัฒนศักดิ์ เพิ่มพูน. (2551). การเฝ้าระวังโรคจากการประกอบอาชีพที่สัมผัสน้ำมันเชื้อเพลิง: กรณีศึกษาสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง ในเขตอำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา. *วารสารพิษวิทยาไทย* ; 23: 48-57.