

การประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพจากการสัมผัสสารบีเทค (BTEX)
ของพนักงานสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง
Health risk assessment of BTEX exposure among
gasoline station workers

อุมากร ธงสันเทียะ* ธวัชชัย ดาเชิงเขา** สุนิสรา ชายเกลี้ยง***^a

*นักศึกษาคณะศึกษาศาสตร์ สาธารณสุขศาสตร์ดุสิต คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

** คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด

*** ภาควิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

aผู้รับผิดชอบบทความ: csunis@kku.ac.th

Umakorn Tongsantia* Thawatchai Dacherngkhao** Sunisa Chaiklieng***^a

* Ph.D. candidate in the Program of Public Health, Faculty of Public Health, Khon Kaen University

**Faculty of Liberal Arts and Science, Roi-Et Rajabhat University

***Department of Occupational Health and Safety, Faculty of Public Health, Khon Kaen University

^aCorresponding author: csunis@kku.ac.th

บทคัดย่อ

การศึกษาแบบภาคตัดขวางนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินระดับความเสี่ยงต่อสุขภาพของพนักงานสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง จากการสัมผัสสารบีเทคและความสัมพันธ์ระหว่างระดับความเสี่ยงกับปัจจัยจากการทำงาน จำนวน 128 คน โดยใช้ข้อมูลจากแบบสัมภาษณ์ ข้อมูลทั่วไป ข้อมูลการทำงาน และประวัติอาการผิดปกติจากการสัมผัสสารเบนซีน โทลูอิน ไซลีน และเอทิลเบนซีน (บีเทค) ตรวจวัดความเข้มข้นของบีเทคในบรรยากาศการทำงานตาม NIOSH no 1501 วิเคราะห์ด้วย GC-FID ประเมินระดับความเสี่ยงต่อสุขภาพโดยเมตริกความเสี่ยงที่พิจารณาโอกาสสัมผัส (ระดับความเข้มข้นและความถี่การสัมผัส) และระดับความรุนแรงจากอาการแสดงจากการสัมผัสสารบีเทค ผลการศึกษาพบว่า พนักงานมีโอกาสสัมผัสสารบีเทคทางการหายใจที่มีระดับความเข้มข้นมากกว่า 50% ของค่า REL-NIOSH (OEL) ร้อยละ 4.70 ผลการประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพ พบความเสี่ยงในระดับปานกลางของพนักงานเติมน้ำมันร้อยละ 7.50 และพนักงานคิดเงินร้อยละ 7.40 พื้นที่ตั้งของสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิงมีความสัมพันธ์กับระดับความเสี่ยงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพนักงานที่ทำงานเขตในเมืองพบมากที่สุดร้อยละ 28.00

ดังนั้น สถานีบริการน้ำมันควรจัดให้มีมาตรการในการเฝ้าระวังสุขภาพ ตรวจสอบสุขภาพประจำปี ลดการสัมผัสสารปิโตรคในกลุ่มเสี่ยงเขตในเมือง หรือพื้นที่ให้บริการสูง ด้วยการลดเวลาทำงานไม่เกิน 8 ชั่วโมง

คำสำคัญ: เมตริกความเสี่ยง, สถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง, ปิโตรค, เบนซีน

Abstract

The aims of this cross-sectional study were to assess the health risks on BTEX exposure and correlations between risk levels of benzene, toluene, xylene and ethylbenzene (BTEX) exposure and location or position of gasoline station workers. There were 128 gasoline station workers included into the study. The data were collected by questionnaire on general characteristics, working characteristics, and experiencing symptoms related to BTEX toxicity, measurement of the BTEX concentrations by active air sampling which followed NIOSH number 1501 and using GC-FID for analysis. The health risk level was assessed by risk matrix considering the BTEX exposure opportunity (concentration level x exposure frequency level) and severity of experiencing symptoms. The workers had opportunity of benzene exposure higher than 50% of REL-NIOSH (OEL) was 4.70%. There were 7.50% of refueling workers and 7.40% of cashiers had moderate risk level on BTEX exposure. Location of gasoline station correlated with the risk level, and workers had moderate health risk level who worked in urban zone was 28.00%. These findings suggest that entrepreneurs should provide health surveillance program with an annual health check-up and reduce working time optimum 8 hours a day among refueling workers and cashiers, particularly in workers of urban zone or high service of gasoline.

Keywords: Risk matrix, Gasoline workers, BTEX, Benzene

บทนำ

สารบีเทค (BTEX) เป็นสารเคมีอันตรายในกลุ่มสารอินทรีย์ระเหยง่าย ประกอบไปด้วยไอระเหยของสารเบนซีน (Benzene) โทลูอิน (Toluene) เอทิลเบนซีน (Ethylbenzene) และไซลีน (Xylene) โดยผลกระทบต่อสุขภาพในระยะยาวคือ โรคมะเร็ง ซึ่งมีสารเบนซีนเป็นสาเหตุ¹ และสารที่อาจจะก่อให้เกิดมะเร็งในมนุษย์คือ เอทิลเบนซีน (กลุ่ม 2B)² รวมถึงเกิดความผิดปกติของเม็ดเลือดและส่งผลให้เกิดมะเร็งเม็ดเลือดขาว³ สารโทลูอินและไซลีนเป็นสารเคมีที่มีความเป็นอันตรายต่อสุขภาพสูง ระคายผิวหนัง ระคายเคืองดวงตา และระคายเคืองทางเดินหายใจ และปอดผิดปกติและภาวะเลือดออกในปอด ตับ และไต จนอาจทำให้ผู้ที่สัมผัสถึงขั้นเสียชีวิตได้ในที่สุด^{4,5} ไอระเหยของสารบีเทคสามารถพบในไอระเหยของน้ำมันต่าง ๆ แก๊สไอเสียจากยานพาหนะ เป็นต้น^{3,6} พนักงานสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิงมีความเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็งจากการสัมผัสสารเบนซีน⁷ และเอทิลเบนซีนและความเสี่ยงต่อสุขภาพจากการสัมผัสสารโทลูอินและไซลีน^{8,9,10}

การศึกษาครั้งนี้เป็นการประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพที่พิจารณาจากระดับโอกาสการสัมผัสและความรุนแรงที่เกิดจากอาการแสดงในการสัมผัสสารบีเทคจากการทำงานของพนักงานสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง รวมถึงความสัมพันธ์ของระดับความเสี่ยงจากการสัมผัสสารบีเทคในการทำงานกับปัจจัยอื่น ๆ เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการเฝ้าระวังสุขภาพ รวมถึงเป็นข้อมูลในการเสนอแนวทางการบริการจัดการอาชีวอนามัยและความปลอดภัยของกลุ่มผู้ประกอบการในสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง

วิธีดำเนินการวิจัย

เป็นการวิจัยเชิงพรรณนาแบบภาคตัดขวาง (Cross-sectional descriptive study) กลุ่มตัวอย่างเป็นการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive sampling) จำนวนทั้งสิ้น 35 แห่ง ซึ่งปฏิบัติงานในสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง ดังนี้คือ 1) ประเภท ก (สถานีบริการที่ติดถนนใหญ่) และ 2) ตั้งอยู่ในรัศมี 5 กิโลเมตรทั้งสองฝั่งของถนนมิตรภาพในเขตจังหวัดขอนแก่น โดยมีจำนวนตัวอย่างพนักงานจำนวน 3-4 คนต่อ 1 สถานี ที่มีอายุ 18 ปีขึ้นไป อายุงานอย่างน้อย 3 เดือน และสมัครใจเข้าร่วมโครงการและยินยอมให้ข้อมูล จำนวน 128 คน

การรวบรวมข้อมูลโดยเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาดังนี้

3.1 แบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง^{11,12} จากการศึกษาที่ผ่านมาประกอบด้วยข้อมูลทั่วไป และข้อมูลการทำงานจำนวน 16 ข้อ ข้อมูลด้านอาการแสดงจากการสัมผัสสารบีเทคจำนวน 30 อาการ

3.2 การวิเคราะห์ความเข้มข้นของสารบีเทคจากการเก็บตัวอย่างอากาศ ด้วย Coconut charcoal tube ต่อเข้ากับปั๊มดูดอากาศที่อัตราการไหลเท่ากับ 0.2 ลิตรต่อนาที¹³ ติดตั้งที่บริเวณพื้นที่ใกล้กับหัวจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงหรือบริเวณที่มีความถี่ในการทำงานของพนักงานบ่อยที่สุด ระดับความสูง 1.5 เมตร (ระดับการหายใจ) ระยะเวลาในการเก็บตัวอย่างจุดละ 4 ชั่วโมง คือ บริเวณหัวจ่าย 1 ตำแหน่ง และบริเวณถังเก็บน้ำมัน 1 ตำแหน่ง และส่งไปวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการของหน่วยงานเอกชนที่ได้รับอนุญาตขึ้นทะเบียนห้องปฏิบัติการวิเคราะห์เอกชน เลขทะเบียน ว-099 ด้วยเครื่อง Gas-chromatography FID (LOD < 0.05 ppb)

3.3 การประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพ จากการสัมผัสสารปีเทคอาศัยข้อมูลระดับความเข้มข้น ระดับความถี่ในการสัมผัสได้ออกมาเป็นระดับโอกาส การสัมผัสพิจารณาพร้อมกับระดับความรุนแรง จากการรายงานอาการแสดงในรอบ 3 เดือนที่ผ่านมา ซึ่งมีเกณฑ์พิจารณาในการแบ่งระดับมีดังนี้

3.3.1 ระดับความเข้มข้น เกณฑ์ระดับความเข้มข้นของสารปีเทคเทียบกับระดับความเข้มข้นที่สามารถให้พนักงานสัมผัสได้ตลอดระยะเวลาการทำงาน (Occupational exposure limit; OEL) แบ่งออกเป็น 5 ระดับ ตามตารางที่ 1 โดยค่า OEL ของเบนซีน เอทิลเบนซีน และไซลีน อ้างอิงจาก REL-NIOSH มีค่าเท่ากับ 100, 100000 และ 100000 ppb ตามลำดับ และ OEL ของสารโทลูอีน มีค่าเท่ากับ 20000 ppb¹⁴

3.3.2 ระดับความถี่ในการสัมผัส (จำนวน ชั่วโมงทำงานต่อวัน) แบ่งออกเป็น 5 ระดับ คือ ระดับ 1 (น้อย 1 ครั้งต่อสัปดาห์ หรือ น้อยกว่า) ระดับ 2 (มากกว่า 1-2 ชั่วโมง/วัน หรือ 1 ครั้งต่อวัน) ระดับ 3 (มากกว่า 2-4 ชั่วโมงต่อวัน) ระดับ 4 (มากกว่า 4 - 8 ชั่วโมงต่อวัน) และระดับ 5 (มากกว่า 8 ชั่วโมงต่อวัน) ประยุกต์มาจาก มอก. 2535-2555¹⁵

3.3.3 ระดับความรุนแรงจากอาการแสดง พิจารณาจากระดับความรุนแรงจากอาการแสดงที่เกิดจากการสัมผัสสารปีเทคในรอบ 3 เดือนที่ผ่านมา แบ่งเป็น 5 ระดับ คือ ระดับ 1 (ไม่มีอาการ) ระดับ 2 (อาการเล็กน้อย) ระดับ 3 (ปานกลาง) ระดับ 4 (รุนแรง) ประกอบด้วย ภาวะซีด และหมดสติ และระดับ 5 (รุนแรงมาก) คือ เป็นมะเร็ง และเสียชีวิต¹² รายละเอียดความรุนแรงในตารางที่ 3

3.3.4 ระดับโอกาสการสัมผัส พิจารณาจากข้อมูลระดับความเข้มข้นในข้อ 3.3.1 คุณกับระดับความถี่ในการสัมผัสในข้อ 3.3.2 ได้ระดับโอกาสในการสัมผัส ซึ่งแบ่งช่วงคะแนนออกเป็น 5 ระดับ คือ ระดับ 1 ไม่ได้สัมผัส (1-3 คะแนน) ระดับ 2 สัมผัสน้อย (4-9 คะแนน) ระดับ 3 สัมผัสปานกลาง (10-15 คะแนน) ระดับ 4 สัมผัสสูง (16-20 คะแนน) และระดับ 5 (21-25 คะแนน) ตามลำดับ¹²

3.3.5 ระดับความเสี่ยงต่อสุขภาพ พิจารณาจากระดับความรุนแรงจากอาการแสดง (ข้อ 3.3.3) และระดับโอกาสการสัมผัส (ข้อ 3.3.4) ซึ่งจะได้ระดับของความเสี่ยงออกมาเป็น 5 ระดับ คือ ระดับ 1 ความเสี่ยงยอมรับได้ (1-3 คะแนน) ระดับ 2 ความเสี่ยงต่ำ (4-9 คะแนน) ระดับ 3 ความเสี่ยงปานกลาง (10-16 คะแนน) ระดับ 4 ความเสี่ยงสูง (17-20 คะแนน) และระดับ 5 ความเสี่ยงสูงมาก (21-25 คะแนน) เกณฑ์ที่ยอมรับได้ต้องอยู่ในระดับความเสี่ยงต่ำ¹²

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล วิเคราะห์ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป STATA version10 เพื่อแสดงสถิติที่ใช้สำหรับพรรณนาลักษณะประชากร ระดับความเสี่ยง ระดับความสัมพันธ์ของระดับประเมินความเสี่ยงและปัจจัยที่เกี่ยวข้อง กับการสัมผัสสารปีเทคใช้สถิติ Fisher's exact ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่น้อยกว่า 0.05 ($p\text{-value} < 0.05$)

งานวิจัยนี้ผ่านการรับรองจากคณะกรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น เลขที่ HE612073 และ HE612102

ผลการวิจัย

ข้อมูลทั่วไปของพนักงานสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง

พนักงานสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิงจำนวน 128 คน แบ่งเป็น พนักงานเติมน้ำมัน 93 คน (ร้อยละ 72.7) พนักงานคิดเงิน 27 คน (ร้อยละ 21.1) และพนักงานขับรถบรรทุกขนส่งน้ำมันเชื้อเพลิง 8 คน (ร้อยละ 6.3) ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิงร้อยละ 55.5 อายุเฉลี่ยเท่ากับ 36.2 ± 1.5 ปี ทำงานกะกลางวันร้อยละ 69.6 ส่วนใหญ่ทำงานมากกว่า 8 ชั่วโมงต่อวัน (ร้อยละ 55.47) โดยทำงานเฉลี่ย 8.51 ± 2 ชั่วโมงต่อวัน ประสบการณ์การทำงานเฉลี่ย 4.4 เดือน ทำงานปฏิบัติงานในเขตเมือง 25 คน (ร้อยละ 19.5) ชานเมือง 65 คน (ร้อยละ 50.8) และนอกเมือง 38 คน (ร้อยละ 29.7)

ระดับความเข้มข้นของสารปีเทคในบรรยากาศการทำงาน

ระดับความเข้มข้นของสารปีเทคที่พนักงานสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิงสัมผัสขณะปฏิบัติงาน พบว่าค่ามัธยฐาน (ต่ำสุด-สูงสุด) ของสารเบนซีน โทลูอิน เอทิลเบนซีน และไซลีน มีค่าเท่ากับ 3.5 (0.1-136.9), 22.3 (2.1-405.9), 1.9 (0.8-24.1), และ 5.7 (0.4-105.6) ppb ตามลำดับ พบระดับความเข้มข้นของเบนซีนที่มีค่ามากกว่าค่า OEL ร้อยละ 0.8 โดยพบ 1 แห่ง มีความเข้มข้น 136.9 ppb และระดับ 5 (มากกว่าร้อยละ 50 ของ OEL) ร้อยละ 3.9 ความเข้มข้นที่ค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ร้อยละ 95 คือ 32.2, 94.0, 13.5 และ 26.9 ppb ตามลำดับ ดังแสดงข้อมูลในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ความเข้มข้นของสารปีเทคในบรรยากาศการทำงาน (N=128)

ระดับความเข้มข้น	เบนซีน	โทลูอิน	เอทิลเบนซีน	ไซลีน
%OEL	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)
ระดับ 1-3 (N/D-25%)	105 (82.0)	128 (100)	128 (100)	128 (100)
ระดับ 4 (>25-50%)	18 (14.1)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
ระดับ 5 (>50%)	5 (3.9)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
>OEL	1 (0.8)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
มัธยฐาน (ต่ำ-สูงสุด)	3.5 (0.1-136.9)	22.3 (2.1-405.9)	1.9 (0.8-24.1)	5.7 (0.4-105.6)
P95 th Percentile	32.2	94.0	13.5	26.9

หมายเหตุ: ผลการวิเคราะห์ความเข้มข้นของสารปีเทคสามารถตรวจพบได้ทุกตัวอย่าง

เมื่อพิจารณาการรับสัมผัสระดับความเข้มข้นแยกตามตำแหน่งงานของจำนวน 35 สถานี พบว่าพื้นที่รอบ ๆ หัวจ่ายน้ำมันซึ่งเป็นพนักงานเติมน้ำมัน และพนักงานคิดเงิน และมีโอกาสสัมผัสมากที่สุด เนื่องจากพนักงานคิดเงินจะต้องนั่งปฏิบัติงานอยู่ในบูทที่มีการระบายอากาศที่ไม่ดี มีช่องระบายอากาศน้อย โดยสารเบนซีนมีค่ามัธยฐาน (ต่ำสุด-

สูงสุด) เท่ากับ 3.5 (0.1-136.9) ppb โทลูอินมีค่ามัธยฐาน (ต่ำสุด-สูงสุด) เท่ากับ 24.4 (2.1-405.9) ppb เอทิลเบนซีนมีค่ามัธยฐาน (ต่ำสุด-สูงสุด) เท่ากับ 1.9 (0.8-24.1) ppb และไซลีนค่ามัธยฐาน (ต่ำสุด-สูงสุด) เท่ากับ 5.7 (0.4-105.6) ตามลำดับ ดังข้อมูลแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ระดับความเข้มข้นของสารปีเทค

ข้อมูลความเข้มข้น (ppb)	บริเวณรอบๆ หัว จ่ายน้ำมันเชื้อเพลิง (35)	บริเวณถังเก็บ น้ำมันเชื้อเพลิง (35)	ในเขตเมือง (6 สถานี)	ชานเมือง (20 สถานี)	นอกเมือง (9 สถานี)
เบนซีน					
Median (min-max)	3.5 (0.1-136.9)	2.4 (1.9-41.4)	32.2 (1.2-63.7)	2.4 (0.1-136.9)	3.5 (0.8-10.2)
P95 th Percentile	32.2	41.4	63.7	32.0	10.2
โทลูอิน					
Median (min-max)	24.4 (2.1-405.9)	16.15 (13.7-83.1)	66.1 (2.1-405.9)	18.1 (9.3-287.5)	20.9 (13.8-40.9)
P95 th Percentile	94.0	83.1	405.9	94.0	40.9
เอทิลเบนซีน					
Median (min-max)	1.9 (0.8-24.1)	2.6 (0.8-5.9)	5.7 (1.3-24.1)	2.4 (0.8-13.5)	1.2 (0.8-2.1)
P95 th Percentile	15.55	5.9	24.1	6.2	2.1
ไซลีน					
Median (min-max)	5.25 (0.4-105.6)	4.9 (2.1-26.1)	20.6 (2.1-54.4)	4.9 (1.3-105.6)	2.6 (0.4-7.6)
P95 th Percentile	26.9	26.1	54.4	26.9	7.6

ระดับความถี่ในการสัมผัส

เมื่อพิจารณาเกณฑ์ความถี่ในการสัมผัสสารปีเทค พบว่า พนักงานที่มีความถี่ในการสัมผัสตั้งแต่ ระดับ 3 ขึ้นไป หรือ มากกว่า 2-4 ชั่วโมงต่อวัน จำนวน 8 คน (ร้อยละ 6.23) ซึ่งเป็นพนักงานขับรถขนส่งน้ำมันเชื้อเพลิง ระดับ 4 หรือ มากกว่า 4-8 ชั่วโมง ต่อวัน จำนวน 49 คน (ร้อยละ 38.3) และส่วนใหญ่ทำงานมากกว่า 8 ชั่วโมงต่อวัน คือ ระดับ 5 จำนวน 71 คน (ร้อยละ 55.5) เมื่อพิจารณาตามตำแหน่งงาน พบว่า พนักงานเติมน้ำมันมีระยะเวลาในการทำงานเฉลี่ย คือ 9.0+1.2 ชั่วโมงต่อวัน พนักงานที่ทำงานในเขตชานเมืองมีระยะเวลาการทำงานเฉลี่ยนานเท่ากับ 9.26+1.3 ชั่วโมงต่อวัน

ระดับความรุนแรงจากอาการแสดง

จากการศึกษา พบว่าอาการที่เกิดจากการสัมผัสสารเบนซีน โทลูอิน เอทิลเบนซีน และไซลีน ที่มาจากการศึกษาที่ผ่านมา^{16,17} ซึ่งเป็นอาการ

ที่สามารถเกิดขึ้นจากการสัมผัสสารทั้งหมด (อาการที่มีตัวอักษร^{BETX}) อาการแสดงส่วนใหญ่อยู่ในระดับเล็กน้อย ซึ่งที่มีอาการแสดงรุนแรง คือ การสัมผัสสารเบนซีน โทลูอินและไซลีน ดังแสดงข้อมูลในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ข้อมูลอาการแสดงจากการสัมผัสสารปีเทคของพนักงานสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง (N=76)

เล็กน้อย 40 (31.3)	จำนวน (ร้อยละ)	ปานกลาง 33 (25.8)	จำนวน (ร้อยละ)	รุนแรง 3 (2.3)	จำนวน (ร้อยละ)
อ่อนเพลีย	33 (25.8) ^{B,T}	สับสน/มึนงง	4 (3.1) ^{B,T,E,X}	ภาวะซีด/เลือดจาง	2 (1.6) ^{B,X}
ปวดศีรษะ	36 (28.1) ^{B,T,E,X}	ตาพร่า	5 (3.9) ^{B,X}	หมดสติ	1 (0.8) ^{B,T,X}
เวียนศีรษะ	31 (24.2) ^{B,T,E,X}	หายใจไม่อิ่ม	9 (7.0) ^B		
ระคายเคืองตา	14 (10.9) ^{B,T,E}	แน่นหน้าอก	13 (10.2) ^{B,E}		
ระคายเคืองจมูก	21 (16.4) ^{B,T,E,X}	คลื่นไส้/อาเจียน	9 (7.0) ^{B,T,X}		
เจ็บคอ	16 (12.5) ^{B,T,E}	ผิวหนังไหม้/แสบร้อน	2 (1.6) ^B		
หายใจไม่สะดวก	11 (8.6) ^B	กล้ามเนื้ออ่อนแรง	3 (2.3) ^{B,T,E,X}		
ไอ	11 (8.6) ^{B,T}	อาการคัน	2 (1.6) ^{B,T,X}		
น้ำมูกไหล	12 (9.4) ^B	ตะคริว	6 (4.7) ^B		
ผิวหนังแห้ง/แตก	6 (4.7) ^{B,X}	เลือดออกตามไรฟัน	10 (7.8) ^B		
คันผิวหนัง/ผื่นแดง	30 (23.4) ^{B,T,X}	มีจุดเลือดออก	2 (1.6) ^B		
เบื่ออาหาร	6 (4.7) ^B				

หมายเหตุ: B = อาการจากเบนซีน, T = อาการจากโทลูอีน, E = อาการจากเอทิลเบนซีน,
X = อาการจากไซลีน

เมื่อพิจารณาตามเกณฑ์ของระดับความรุนแรงจากอาการแสดงในการสัมผัสสารปีเทคโดยใช้สารเบนซีนเป็นตัวแทนเนื่องจากมีระดับความเข้มข้นในบรรยากาศสูงเกิน 50% OEL และพนักงานมีอาการแสดงจากการสัมผัสสารเบนซีนจำนวนมากที่สุด พบว่า พนักงานคิดเงินร้อยละ 22.2 และพนักงานที่ทำงานในเขตเมืองร้อยละ 72.0 มีระดับความรุนแรงจากอาการแสดงในระดับ 4 (สูง) ซึ่งระดับความรุนแรงจากอาการแสดงมีความสัมพันธ์กับสถานที่ปฏิบัติงานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p -value<0.05) ดังข้อมูลแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ระดับความรุนแรงจากการสัมผัสสารเบนซีนตามตำแหน่งงานและพื้นที่การปฏิบัติ (N=128)

ข้อมูล	ระดับความรุนแรง จำนวน (ร้อยละ)				
	ไม่มีอาการ (16)	น้อย (29)	ปานกลาง (60)	สูง (22)	สูงมาก (1)
ตำแหน่งงาน					
พนักงานเติมน้ำมัน (93)	10 (0.8)	22 (23.7)	45 (48.4)	15 (16.1)	1 (1.1)
พนักงานคิดเงิน (27)	4 (14.8)	6 (22.2)	11 (40.7)	6 (22.2)	0
พนักงานขับรถ (8)	2 (25.0)	1 (12.5)	4 (50.0)	1 (12.5)	0
พื้นที่ปฏิบัติงาน*					
ในเมือง (25)	0 (0.00)	5 (20.0)	2 (8.0)	18 (72.0)	0
ชานเมือง (65)	10 (15.38)	13 (20.0)	37 (56.9)	4 (6.2)	1 (1.5)
นอกเมือง (38)	6 (17.6)	11 (28.9)	21 (55.3)	0	0

* ระดับความรุนแรงจากอาการแสดงมีความสัมพันธ์กับสถานที่ปฏิบัติงานที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ
p-value = 0.039 (Fisher's exact test)

ระดับโอกาสการสัมผัส จำนวน 22 คน (ร้อยละ 17.18) และจำนวนพนักงานจากการเกณฑ์พิจารณาในระดับโอกาส โดยใช้ที่ปฏิบัติงานในเขตชานเมืองและในเมืองก็มีระดับสารเบนซีนเป็นตัวแทนของสารปิเทคตามข้อ 4.4 โอกาสการสัมผัสสารเบนซีนอยู่ในระดับสูงเช่นเดียวพบว่า มีพนักงานเติมน้ำมัน และพนักงานคิดเงิน ดังแสดงข้อมูลในตารางที่ 5 มีระดับโอกาสการสัมผัสอยู่ในระดับสูงและสูงมาก

ตารางที่ 5 โอกาสการสัมผัสสารเบนซีนพิจารณาตามตำแหน่งงานและพื้นที่ปฏิบัติงาน (N=128)

ข้อมูล	ระดับโอกาสการสัมผัส จำนวน (ร้อยละ)				
	ไม่ได้สัมผัส	น้อย	ปานกลาง	สูง	สูงมาก
ตำแหน่งงาน					
พนักงานเติมน้ำมัน (93)	0 (0.0)	32 (34.4)	45 (48.4)	15 (16.1)	1 (1.1)
พนักงานคิดเงิน (27)	0 (0.0)	10 (37.0)	11 (40.7)	6 (22.2)	0 (0.0)
พนักงานขับรถ (8)	1 (12.5)	7 (87.5)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)
พื้นที่ปฏิบัติงาน					
ในเมือง (25)	0 (0.0)	6 (24.0)	2 (8.0)	17 (68.0)	0 (0.0)
ชานเมือง (65)	0 (0.0)	27 (41.5)	33 (50.8)	4 (6.2)	1 (1.5)
นอกเมือง (38)	1 (2.6)	16 (42.1)	21 (55.3)	0 (0.0)	0 (0.0)

ระดับความเสี่ยงต่อสุขภาพ เมื่อพิจารณาตามเกณฑ์ระดับความเสี่ยงต่อสุขภาพจากการสัมผัสสารปิเทค โดยใช้การสัมผัสสารเบนซินเป็นตัวแทน จากการสัมผัสสารปิเทคในการทำงานรอบ 3 เดือน จำแนกตามตำแหน่งงาน และพื้นที่ปฏิบัติงาน พบว่า พนักงานส่วนใหญ่

มีระดับความเสี่ยงอยู่ในระดับที่ไม่สามารถยอมรับได้ โดยพนักงานเติมน้ำมันและพนักงานคิดเงินมีระดับความเสี่ยงต่อสุขภาพสูงสุดในระดับ 3 (เสี่ยงปานกลาง) ร้อยละ 7.5 และร้อยละ 7.4 ตามลำดับ ในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ระดับความเสี่ยงจากการสัมผัสเบนซินจำแนกตามตำแหน่งงานและพื้นที่ปฏิบัติงาน (N=128)

ข้อมูล	ระดับความเสี่ยง จำนวน (ร้อยละ)			p-value
	ยอมรับได้ (53)	น้อย (66)	ปานกลาง (9)	
ตำแหน่งงาน				0.574
พนักงานเติมน้ำมัน (93)	33 (35.5)	53 (57.0)	7 (7.5)	
พนักงานคิดเงิน (27)	6 (22.2)	19 (70.4)	2 (7.4)	
พนักงานขับรถ (8)	4 (50.0)	4 (50.0)	0 (0.0)	
พื้นที่ปฏิบัติงาน				<0.001*
ในเมือง (25)	0 (0.0)	18 (72.0)	7 (28.0)	
ชานเมือง (65)	27 (41.5)	37 (56.9)	1 (1.5)	
นอกเมือง (38)	16 (42.1)	21 (55.3)	1 (2.6)	

* ระดับความเสี่ยงและพื้นที่ปฏิบัติงานมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ p-value<0.001 (Fisher's exact test)

4.7 ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับระดับความเสี่ยงของพนักงานสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง

จากการศึกษาพบว่าสถานที่ตั้งของสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิงเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อระดับความเสี่ยงของพนักงานโดย พนักงานที่ปฏิบัติงานในเขตเมืองมีระดับความเสี่ยงอยู่ในระดับที่ไม่สามารถยอมรับได้ทั้งหมดและมีระดับความเสี่ยงสูงสุดในระดับ 3 ร้อยละ 28.0 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p -value < 0.05) ดังแสดงข้อมูลในตารางที่ 6

อภิปรายผล

ระดับความเข้มข้นของสารปิเทคในบรรยากาศการทำงานส่วนใหญ่ไม่เกินค่ามาตรฐานกำหนด และ มีค่าน้อยกว่าการศึกษาที่ผ่านมา^{18,19,20} มีเพียงสารเบนซินเท่านั้นที่มีค่าสูงกว่ามาตรฐาน สำหรับค่าความเข้มข้นของสารโทลูอิน เอทิลเบนซิน และไซลีนทั้งหมดไม่เกิน 10% ของ OEL ซึ่งอาศัยหลักการของ Similar Exposure Group (SEG) อีกทั้งการติดเครื่องมือเก็บตัวอย่างอากาศบนตัวของพนักงานบริการน้ำมันก็ลดความเสี่ยงการทำงานของพนักงาน แต่อย่างไรก็ตามยังพบว่าระดับ

ความรุนแรงของอาการแสดงจากการสัมผัสสารบีเทคของพนักงานทุกตำแหน่งยังอยู่ในระดับสูง และยังพบได้ในพื้นที่เขตเมือง สอดคล้องกับการศึกษาที่ผ่านมา²¹ และซานเมือง²² ซึ่งมาจากการสัมผัสระดับความเข้มข้นของสารเบนซินที่มีความเข้มข้นสูงกว่าค่า 50% OEL เนื่องจากจังหวัดขอนแก่นเป็นศูนย์กลางเศรษฐกิจของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และมีจำนวนสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิงมากที่สุดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน²³ ส่งผลให้พบความเข้มข้นของสารบีเทคสูงสุดที่บริเวณรอบ ๆ หัวจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงของสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิงที่ตั้งอยู่ในเขตชานเมือง ยังพบว่าความเข้มข้นของสารเบนซินที่ค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ 95 ของสถานีบริการที่ตั้งอยู่ในเขตเมืองมีค่าสูงกว่า 50% OEL

ระยะเวลาในการสัมผัสสารบีเทคของพนักงานสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิงส่วนใหญ่จะมีการสัมผัสที่มีความถี่ที่สูง คือ มากกว่า 8 ชั่วโมงต่อวัน แต่เนื่องจากการประเมินความเสี่ยงในครั้งนี้พิจารณาโอกาสในการสัมผัสโดยคำนึงถึงระดับความเข้มข้นของสารบีเทคเทียบกับค่ามาตรฐานรวมกันกับระยะเวลาการสัมผัส พบว่ามีเพียงสารเบนซินเท่านั้นที่พนักงานมีระดับโอกาสการสัมผัสสูงมากกว่าการสัมผัสสารอื่น ๆ เนื่องจากสารเบนซินเป็นเคมีที่มีความเป็นอันตรายสูงมากเมื่อพิจารณาจากค่ามาตรฐานด้านความเข้มข้นที่สามารถให้พนักงานปฏิบัติงานได้นั้นมีค่าต่ำที่สุด จึงเป็นเหตุผลให้ผลการประเมินโอกาสการสัมผัสนี้มีเพียงสารเบนซินเท่านั้นที่มีระดับโอกาสที่สูง ที่พบว่าค่าระดับความเข้มข้นของสารเบนซินมีค่าสูงกว่าระดับ REL-NIOSH กำหนด นอกจากการพิจารณาระดับความเข้มข้นของบีเทคในบรรยากาศการทำงานแล้ว สิ่งสำคัญที่จะต้องนำมาพิจารณาร่วมกันดังเช่นการศึกษาในครั้งนี้นั้นคือ

ระยะเวลาในการทำงานซึ่งจากการศึกษาที่ผ่านมาแล้วยังไม่ได้นำระยะเวลาในการสัมผัสมาประเมินในการหาโอกาสการสัมผัส พบเพียงการศึกษาในระดับโอกาสการสัมผัสโดยใช้ระดับความเข้มข้นของสารเบนซินเพียงอย่างเดียว¹² และนอกเหนือจากนั้นยังพบการศึกษาในการประเมินโอกาสการสัมผัสลักษณะคล้ายกันแต่นำระยะเวลาการสัมผัสมาคูณกับระดับของสารชี้บ่งทางชีวภาพ (Biomarker of benzene exposure) ของสารเบนซิน (กรดทรานส์ ทรานส์ มิวโคนิค; tt-MA)¹² ซึ่งยังไม่พบการนำระดับความเข้มข้นที่เกี่ยวข้องกับสารโทลูอิน เอทิลเบนซิน และไซลีน มาใช้เพื่อการประเมินโอกาสการสัมผัส

จากระดับความรุนแรงของอาการแสดงที่เกิดจากการสัมผัสสารบีเทคและพิจารณาเกณฑ์ระดับความรุนแรงของอาการแสดงตามมาตรฐานอุตสาหกรรม (มอก. 2535-2555)¹⁵ และการศึกษาที่ผ่านมา¹² โดยใช้อาการแสดงที่เกิดขึ้นจากการสัมผัสสารเบนซินเป็นหลักเนื่องจากสารนี้มีความเป็นอันตรายสูงที่สุดและพบความเข้มข้นสูงเมื่อเทียบกับ OEL โดยอาการส่วนใหญ่ที่พบร่วมกันจะเป็นอาการในระดับรุนแรงน้อย เช่น ปวดศีรษะ เวียนศีรษะ ระคายเคืองระบบทางเดินหายใจ ซึ่งอาการเหล่านี้เป็นอาการที่เคยมีการศึกษาแล้ว พบว่าเกิดขึ้นในกลุ่มพนักงานที่ต้องปฏิบัติงานกับสารบีเทค²⁴ และยังพบบางอาการที่เกิดขึ้นร่วมกันอย่างน้อย 3 สาร (เบนซิน โทลูอิน และไซลีน) คือ อาการคันที่ผิวหนัง ซึ่งอาการที่คล้ายกันของสารบีเทคยังเป็นประเด็นหนึ่งที่ต้องศึกษาต่อไป ระดับความรุนแรงจากอาการที่เกิดขึ้นมีความสัมพันธ์กับพื้นที่ปฏิบัติงานของพนักงานสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิงด้วย โดยพบว่าพนักงานที่ทำงานในเขตเมืองจะมีระดับของความรุนแรงของอาการสูงกว่าเขตชานเมือง และ

นอกเมือง โดยเป็นกลุ่มเดียวกันกับที่สัมผัสสารบีเทค ในบรรยากาศการทำงานที่ความเข้มข้นสูงสอดคล้องกับการศึกษาที่ผ่านมาที่พบว่าพนักงานที่อาศัยในเขตเมืองจะได้รับสารบีเทคในปริมาณสูง²¹

ส่วนใหญ่แล้วพนักงานจะมีระดับความเสี่ยงที่ไม่สามารถยอมรับได้เมื่อพิจารณาจากการสัมผัสสารเบนซินเนื่องจากระดับโอกาสการสัมผัสของสารอื่น ๆ นั้นอยู่ในระดับสัมผัสต่ำ ซึ่งจากการประเมินความเสี่ยงในการสัมผัสสารเบนซินจากการศึกษาที่ผ่านมาที่ใช้หลักการประเมินความเสี่ยงเช่นเดียวกันนั้น พบว่าพนักงานเติมน้ำมัน มีความเสี่ยงในระดับไม่สามารถยอมรับได้สูงกว่าพนักงานคิดเงิน⁷ และจากการประเมินความเสี่ยงโดยใช้ระดับสารชี้บ่งทางชีวภาพก็เช่นเดียวกันที่พบว่าพนักงานเติมน้ำมัน มีความเสี่ยงสูงกว่าพนักงานคิดเงิน อย่างไรก็ตามพนักงานคิดเงินส่วนใหญ่ยังปฏิบัติงานในบูทคิดเงินและอยู่ที่เดิมเป็นระยะเวลาานานซึ่งมีการระบายอากาศในพื้นที่ปิดทำให้สัมผัสสารโพลูอินที่เป็นมลพิษทางอากาศด้วยร่วมกับมาจากการหัวจ่ายเติมน้ำมันโดยตรง เป็นต้น¹⁹ และเป็นกลุ่มที่มีความเสี่ยงจากการสัมผัสสารบีเทคสูง รวมถึงสารเบนซินที่เป็นสารก่อมะเร็ง⁷ นอกจากนี้ระดับความถี่ในการสัมผัสหรือชั่วโมงการทำงานที่มากกว่า 8 ชั่วโมง ซึ่งพนักงานส่วนใหญ่สัมผัสมากกว่า 8 ชั่วโมงต่อวัน มีค่าเฉลี่ยความถี่ในการสัมผัสสารบีเทคเฉลี่ย 9.0 ± 1.2 ชม. ซึ่งอาจเป็นปัจจัยที่ส่งผลทำให้ระดับความเสี่ยงของการสัมผัสสารบีเทคไม่อยู่ในเกณฑ์ที่สามารถยอมรับได้ เนื่องจากในการศึกษานี้ระดับความเข้มข้นของสารบีเทคส่วนใหญ่ต่ำกว่า 50% OEL

ข้อเสนอแนะ

จากผลการศึกษาที่พบระดับความเสี่ยงต่อสุขภาพจากการสัมผัสสารบีเทคในระดับสูงและสูงมาก ผู้ประกอบการสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิงควรจัดให้มีมาตรการเฝ้าระวังสุขภาพ เช่น การตรวจวัดระดับความเข้มข้นสารบีเทค และตรวจสุขภาพอย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง รวมถึงจัดให้มีการระบายอากาศที่ดีในบูทของกลุ่มพนักงานคิดเงินที่ปฏิบัติงานในเขตเมือง รวมถึงลดการสัมผัสสารบีเทคให้น้อยลงโดยการหมุนเวียนการทำงานด้วยการลดชั่วโมงการทำงานไม่เกิน 8 ชั่วโมงต่อวัน ลดพฤติกรรมที่จะทำให้เกิดการสัมผัสกับสารบีเทคขณะปฏิบัติงานผ่านทั้งทางการหายใจ ผ่านผิวหนัง และการปนเปื้อนผ่านทางกรีน ในเชิงนโยบายของภาครัฐอาจกำหนดการบริการของสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิงเป็นแบบบริการด้วยตัวเองเพิ่มขึ้น (Self service) ข้อสังเกตจากงานวิจัยนี้จำนวนตัวอย่างของพนักงานบริการน้ำมันไม่กระจายตามตำแหน่งงาน ในการศึกษาครั้งต่อไปควรเพิ่มกลุ่มตัวอย่างพนักงานที่กระจายทุกตำแหน่งงานโดยเฉพาะพนักงานขนส่งถ่ายน้ำมันเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการป้องกัน เฝ้าระวังระดับสุขภาพ การลดความเสี่ยงในการสัมผัสสารบีเทคของผู้ประกอบอาชีพในสถานีบริการน้ำมันต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษานี้ได้รับงบประมาณสนับสนุนการวิจัยจากทุนอุดหนุนทั่วไป สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช) โครงการเลขที่ 6100007

เอกสารอ้างอิง

1. IARC. Benzene. volume 120. Benzene/ IARC Working group on the evaluation of carcinogenic risks to humans: Lyon France; 2018.
2. IPCS INCHEM. International Agency for Research on Cancer (IARC) - Summaries & Evaluations Ethylbenzene (Group 2B). [Internet]. 2000. [cited 2020 Apr 17]. Available from: <http://www.inchem.org/documents/iarc/vol77/77-05.html>
3. Rhomberg L, Goodman J, Tao G, Zu K, Chandalia J, Williams P, et al. Evaluation of acute nonlymphocytic Leukemia and Its subtypes with updated benzene exposure and mortality estimates. *Journal of Occupational and Environmental Medicine* 2016, 58, 414-20.
4. Marganda S, Ashar T, Nurmaini. The effect of toluene exposure on central nervous disorder among printing workers. *Indonesian Journal of Medicine* 2018, 3(3), 115-23.
5. Chaudhary R. Hazards of Xylene. *J Adv Med Dent Scie Res* 2019, 7(5), 29-31.
6. Duan X, Li Y. Sources and Fates of BTEX in the general environment and Its distribution in Coastal Cities of China. *JESPH* 2017, 1(2), 86-106.
7. Chaiklieng S, Suggaravetsiri P, Autrup, H. Risk assessment on benzene exposure among workers at gasoline stations. *Int J Env Res Pub He* 2019a, 16, 2545.
8. Moolla R, Curtis C, Knight J. Occupational Exposure of Diesel Station Workers to BTEX Compounds at a Bus Depot. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2015, 12, 4101-15.
9. ATSDR. Inter action profile for: Benzene, Toluene, Ethylbenzene, and Xylenes (BTEX). [Internet]. 2004. [cited 2020 May 1]. Available from: <https://www.atsdr.cdc.gov/interactionprofiles/IP-btex/ip05.pdf>
10. Mousavie S, Shabgard Z, Moradirad R, Khatoonie E, Yazdanirad S. A survey of neurobehavioral symptoms among operational workers exposed to mixture of an organic solvent (BTEX): a case study in an oil refinery. *Pak J Med Sci* 2019, 13 (2), 577-81.
11. Chaiklieng S, Pimpasaeng C, Thapphasaraphong S. Benzene exposure at gasoline stations: Health risk assessment. *Hum Ecol Risk Assess* 2015, 21, 2213-22.
12. สุนิสา ขายเกลี้ยง, พรนภา ศุกรเวทย์ศิริ, ศศิธร ตั้งสวัสดิ์, และวิชัย พลฤกษ์ธาราธิกุล. การประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพโดยใช้ตัวบ่งชี้ทางชีวภาพของการสัมผัสสารเบนซีนในพนักงานสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง. *วารสารวิชาการสาธารณสุข* 2560, 26(2), 272-80.

13. NIOSH. Hydrocarbons, Aromatic. [Internet]. 2003. [cited 2020 May 12]. Available from: <https://www.cdc.gov/niosh/docs/2003-154/pdfs/1501.pdf>
14. ACGIH. TLVs and BEIs Based on the Documentation of the Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents & Biological Exposure Indices: Ohio USA Cincinnati; 2019.
15. กระทรวงอุตสาหกรรม. กำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมการประเมินความเสี่ยงด้านสารเคมีต่อสุขภาพผู้ปฏิบัติงานในโรงงานอุตสาหกรรม. ราชกิจจานุเบกษา 21 กันยายน 2555. เล่ม 129 ตอนพิเศษ 146 ง.
16. Badjagbo K, Loranger S, Moore S, Tardif R, Sauve S. BTEX exposures among automobile mechanics and painters and their associated health risks. *Hum Ecol Risk Assess* 2010, 16(2), 301-6, DOI: 10.1080/10807031003670071
17. Kandyala R, Raghavendra SP, Rajasekharan S. Xylene: An overview of its health hazards and preventive measures. *JOMFP* 2010, 14 (1), 1-4.
18. Tunsaringkarn T, Siritwong W, Rungsiyothin A, Nopparatbundit S. Occupational Exposure of Gasoline Station Workers to BTEX Compounds in Bangkok, Thailand. *J Occup Environ Med* 2012, 3, 117-25.
19. Dacherngkhaio T, Chaiklieng S. Risk Assessment on BTEX Exposure at Fuel Storage Tank Area in Gasoline Stations. *IJPHRD* 2019, 10 (11), 2036-41.
20. Rina S, Manisha G, Anuradha S. Seasonal and spatial variation of BTEX in ambient air of Delhi. *Journal of Environmental Protection* 2016, 7, 670-88.
21. Breton J, Breton R, Morales S, Kahl J, Guarnaccia C, Severino R, et al. Health risk assessment of the levels of BTEX in ambient air of one urban site located in Leon, Guanajuato, Mexico during two climatic seasons. *Atmosphere* 2020, 11(165), doi: 10.3390/atmos11020165
22. Chaiklieng S, Suggaravetsiri P, Kaminski N, Autrup H. Factors affecting urinary tt-Muconic acid detection among benzene exposed workers at gasoline stations. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 2019b, 16, 4209. doi:10.3390/ijerph16214209
23. กรมธุรกิจพลังงาน กระทรวงพลังงาน (2563). ข้อมูลสถานีบริการน้ำมัน. ค้นเมื่อวันที่ 28 กรกฎาคม 2563, จาก <https://www.doeb.go.th/2017/#/article/statistic>.
24. สุนิสา ชายเกลี้ยง, อุมากร ชงสันเทียะ, และพรนภา ศุกรเวทย์ศิริ. การประเมินการสัมผัสสารโพลูอินของพนักงานสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง. *วารสารความปลอดภัยและสิ่งแวดล้อม E-Journal* 2562, 4 (1), 6-12.