

การประเมินความเสี่ยงทางสุขภาพต่อการสัมผัสสารโพลีไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอนของพนักงานตามตำแหน่งการทำงานในร้านอาหาร: กรณีศึกษาครัวธุรกิจสนามกอล์ฟและเชิอนท่องเที่ยว

สุนิสา ชายเกลี้ยง¹ ธวัชชัย ดาเชิงเขา²

¹ สาขาวิชาอนามัยสิ่งแวดล้อม อาชีวอนามัยและความปลอดภัย คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

² สาขาวิชาสาธารณสุขศาสตร์ ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด

บทคัดย่อ

โพลีไซคลิก อะโรมาติก ไฮโดรคาร์บอน (PAHs) มลพิษจากการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์เกิดขึ้นขณะประกอบอาหารที่การสัมผัสในระยะยาวจะส่งผลต่อสุขภาพและเกิดมะเร็งได้ การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความเสี่ยงทางสุขภาพต่อการสัมผัสสาร PAHs ของพนักงานตำแหน่งงานที่แตกต่างกันในร้านอาหาร ใช้กรณีศึกษาครัวธุรกิจกอล์ฟคลับและเชิอนท่องเที่ยวในการเก็บตัวอย่างอากาศตามมาตรฐาน NIOSH method 5515 จากห้องครัว 7 แห่ง วิเคราะห์ความเข้มข้น PAHs ด้วยเครื่องโครมาโตกราฟี (GC-MS) ประเมินความเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็งและประเมินความเสี่ยงทางอาชีวอนามัยโดยใช้เมตริกความเสี่ยง พบว่า total PAHs มีความเข้มข้นเฉลี่ย $567.14 \pm 386.38 \text{ ng/m}^3$ ($150 - 1,020 \text{ ng/m}^3$) ความเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็งจาก Benzo[a]pyrene ตามตำแหน่งงาน พบสูงสุดคือแม่ครัว มีค่าระหว่าง $3.82 - 6.62 \times 10^{-12}$ รองลงมาคือ ผู้ช่วยแม่ครัว ($3.43 - 4.97 \times 10^{-12}$) พนักงานเสิร์ฟ ($2.13 - 3.24 \times 10^{-12}$) และแคชเชียร์ ($1.06 - 1.86 \times 10^{-12}$) เมื่อเปรียบเทียบกับค่าอ้างอิง (2.5×10^{-6}) เป็นความเสี่ยงระดับที่ยอมรับได้ สอดคล้องกับผลเมตริกความเสี่ยงทางอาชีวอนามัยในระดับที่ยอมรับได้ ที่ใช้หลักการประเมินความเสี่ยงตามตำแหน่งงานเพื่อการเฝ้าระวังสุขภาพระยะยาวจากการสัมผัส PAHs ตามโอกาสสัมผัสและตำแหน่งงานในพนักงาน และการตรวจพบ Benzo[a]pyrene ซึ่งเป็นสารก่อมะเร็งนี้ เสนอแนะให้พนักงานโดยเฉพาะแม่ครัวตระหนักถึงการป้องกันตนเองด้วยการสวมใส่หน้ากากป้องกันฝุ่นละออง P95 และสาร PAHs จากการประกอบอาหาร มีการจัดการระบบระบายอากาศที่ดีที่สามารถลดการปนเปื้อน PAHs ในบรรยากาศได้

คำสำคัญ: โพลีไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน ความเสี่ยงต่อสุขภาพ แม่ครัว ปิ้งอาหาร

รับบทความ: 13 มกราคม 2564 แก้ไข: 28 มีนาคม 2564 ตอรับ: 10 เมษายน 2564

*ผู้รับผิดชอบบทความ

สุนิสา ชายเกลี้ยง

สาขาวิชาอนามัยสิ่งแวดล้อม อาชีวอนามัยและความปลอดภัย คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อำเภอเมืองขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น ประเทศไทย 40002

อีเมล: csunis@kku.ac.th

Health Risk Assessment on Exposure to Polycyclic Aromatic Hydrocarbon (PAHs) of Workers in Different Positions of Restaurants: A Case Study in Kitchens of Golf Clubs and Tourist Dams

Sunisa Chaiklieng^{1,*} Thawatchai Dacherngkhao²

¹Department of Environmental Health, Occupational Health and Safety, Faculty of Public Health, Khon Kaen University

²Public Health Program, Department of Science and Technology, Faculty of Liberal Arts and Science, Roi-Et Rajabhat University

Abstract

Polycyclic Aromatic Hydrocarbon (PAHs) were gradually an important pollution problem from a cooking process which causes health impact and cancer. This study aimed to assess the health risk on exposure to PAHs of workers in different positions in restaurants by using a case study of kitchens of golf clubs and tourist dams. The concentrations of PAHs were monitoring from seven kitchens following NIOSH method 5515, and analyzed with Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS). The carcinogenic risk assessment was calculated and a risk matrix was applied for occupational health risk assessment. The results showed that total PAHs average concentration of seven kitchens was $567.14 \pm 386.38 \text{ ng/m}^3$ ($150 - 1,020 \text{ ng/m}^3$). The cancer risk assessment calculated from Benzo[a]pyrene exposure of different positions indicated an acceptable risk ($< 2.5 \times 10^{-6}$) which were highest in chef $3.82 - 6.62 \times 10^{-12}$, followed by $3.43 - 4.97 \times 10^{-12}$, $2.13 - 3.24 \times 10^{-12}$ and $1.06 - 1.86 \times 10^{-12}$ for the chef assistant, waitress, and cashier, respectively. The result was consistent with an assessment by the occupational health risk matrix that indicated an acceptable risk of all positions. The results recommend a health surveillance program for workers by application of occupational health risk assessment in a long term exposure to PAHs according to potential risk on exposure from cooking activities. Workers should be aware of Benzo[a]pyrene exposure and promoted awareness of self-protection with appropriate PPE use i.e. mask P95 to prevent fine dust and PAHs exposure while cooking and good ventilation design to reduce PAHs pollution.

Keywords: Polycyclic aromatic hydrocarbon, Health risk, Chef, Cooking

Received: 13 January 2021, Revised: 28 March 2021, Accepted: 10 April 2021

*Corresponding author

Sunisa Chaiklieng

Department of Environmental Health, Occupational Health and Safety, Faculty of Public Health, Khon Kaen University, Muang Khon Kaen, Khon Kaen 40002

Email: csunis@kku.ac.th

บทนำ

องค์การอนามัยโลก (World Health Organization: WHO) ระบุว่ามีการประมาณ 3,000 ล้านคน มีการใช้เชื้อเพลิงแข็งในการเผาไหม้เพื่อให้ความร้อน และการประกอบอาหาร หรือกระบวนการเผาไหม้หรือสันดาปที่ไม่สมบูรณ์ ต้นกำเนิดของสารประกอบโพลีไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน (Polycyclic Aromatic Hydrocarbon: PAHs) มลภาวะทางอากาศภายในอาคาร (Indoor air pollution) ส่งผลให้ในแต่ละปีมีประชาชนมากกว่า 4.3 ล้านคน เสียชีวิตเนื่องจากอาการป่วยด้วยโรคทางเดินหายใจ และมะเร็งเหตุจากมลภาวะภายในอาคาร¹ PAHs จัดได้ว่าเป็นสารประกอบอินทรีย์อันตรายสูง ที่เกิดจากวงเบนซิน 2 วงหรือมากกว่ารวมกันแบบเชิงเส้น เชิงมุมหรือเกาะเป็นกลุ่ม และความแตกต่างของการจัดเรียงของวงแหวนนี้ทำให้เกิดสารประกอบมากกว่า 200 ชนิด ซึ่งส่วนหนึ่งคือสารก่อมะเร็ง²

สารเคมี PAHs มีความเป็นพิษแบบเฉียบพลันต่ำ ส่วนใหญ่ส่งผลกระทบในลักษณะเรื้อรังจากการได้รับสัมผัสสารเคมีในระยะยาวผ่านเข้าสู่ร่างกายได้จากกินอาหารที่ปนเปื้อน การสูดดมไอระเหยหรือเขม่าควันไฟ หรือโดยการสัมผัสทางผิวหนัง ทั้งนี้ในบางกรณีที่ระบบการทำงานของร่างกายมีความผิดปกติ ไม่สามารถขับของเสียและสิ่งแปลกปลอมได้ตามปกติ หรือได้รับการกระตุ้นจากสิ่งแปลกปลอม รวมทั้งสภาพแวดล้อมที่มีภาวะมลพิษระยะเวลานาน จนเป็นสาเหตุให้เกิดโรคมะเร็งในระบบต่างๆ ของ

ร่างกาย³⁻⁴ การศึกษาที่ผ่านมาพบว่าการสัมผัสสาร PAHs จากมลภาวะที่มีการปนเปื้อนเป็นสาเหตุของการป่วยเป็นโรคมะเร็งปอด คิดเป็นร้อยละ 1.6 ของการป่วยด้วยโรคมะเร็งปอดทุกชนิดในประเทศจีน⁵⁻⁶ ซึ่งสาร PAHs ที่มีศักยภาพในการก่อมะเร็ง พบส่วนใหญ่ในอนุภาคฝุ่นเขม่าละเอียด (Ultrafine particulate matter) โดยมีสารก่อมะเร็งเป็นองค์ประกอบมากกว่าร้อยละ 90 ของ total PAHs โดยอนุภาคฝุ่นละเอียดเป็นพาหะหลักสาร PAHs และมี Benzo[a]pyrene เป็นสารก่อมะเร็งโดยหลัก ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 70 ของสารทั้งหมดที่ส่งผลต่อการเกิดมะเร็ง โดยสาร PAHs จะถูกปลดปล่อยออกมาในรูปเขม่าควันของการปรุงอาหารมากที่สุด มากกว่าร้อยละ 70⁷

จากการศึกษาในประเทศไทยที่ผ่านมาพบสาร PAHs ในสภาพแวดล้อม กรณีสถานประกอบพิธีกรรมทางศาสนาในจังหวัดปทุมธานี โดยพบความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสาร PAHs กับปัจจัยของอุณหภูมิ ความเร็วลมและความชื้นสัมพัทธ์⁸ ต่อมา มีรายงานผลกระทบต่อสุขภาพจากการสัมผัสสารก่อมะเร็งจากควันธูปในผู้ประกอบอาชีพในวัด โดยตรวจพบสารชีววัดทางชีวภาพ 1-hydroxypyrene (1-OHP) จากการสัมผัสสาร PAHs ในปัสสาวะของกลุ่มตัวอย่างระดับที่สูงกว่าผู้ที่ไม่ได้สัมผัสอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ⁹ สารดังกล่าวอธิบายผลกระทบด้านการเกิดปฏิกิริยากับสารชีวโมเลกุลทางพันธุกรรมในร่างกาย (DNA Adduct) ที่จะส่งผลต่อการเกิดมะเร็งปอดได้ นอกจากนั้นผลการศึกษาใน

พนักงานโรงงานหลอม จำนวน 24 คน มีการสัมผัสสาร PAHs ที่ส่งผลต่อความเสี่ยงของการเกิดมะเร็งจากการสัมผัสเท่ากับ 1.15×10^{-2} ซึ่งเป็นระดับสูงเกินยอมรับได้¹⁰ และพบความเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็งจากการตรวจพบ 1-hydroxypyrene (1-OHP) ในปัสสาวะ ในเด็กนักเรียนเขตกรุงเทพมหานคร ที่สัมผัสสาร PAHs จากการจราจรที่คับคั่ง สูงกว่าเด็กนักเรียนที่อาศัยอยู่ในพื้นที่จังหวัดชลบุรีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ¹¹ ซึ่งที่ผ่านมายังไม่พบการศึกษา PAHs ในกิจกรรมการประกอบอาหารของพนักงานในครัวหรือห้องอาหาร

การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพจากการสัมผัสสาร PAHs ของพนักงานปฏิบัติงานตำแหน่งแตกต่างกันของร้านอาหาร โดยใช้กรณีศึกษาครัวร้านอาหารในธุรกิจสนามกอล์ฟ และเชียนทองเที่ยว ประเมินความเข้มข้นสาร PAHs ในบรรยากาศการทำงาน ห้องครัว ใช้หลักการประเมินความเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็งตามประสบการณ์การทำงาน ระยะเวลาปฏิบัติประกอบปรุงอาหาร และการประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพโดยอาศัยเมตริกความเสี่ยงจำแนกตามตำแหน่งงาน เพื่อใช้ข้อมูลความเสี่ยงนี้มาสื่อสารเสนอแนะมาตรการที่เหมาะสมในการป้องกันผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของพนักงานได้ต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาในครั้งนี้เป็นการศึกษาเชิงวิเคราะห์แบบภาคตัดขวาง (Cross-sectional analytic studies) เพื่อประเมินความเสี่ยงต่อ

สุขภาพจากการรับสัมผัสสาร PAHs ในกลุ่มพนักงานปฏิบัติงานในครัวร้านอาหารประจำเชียนทองเที่ยวและกอล์ฟคลับเฮาส์ รวมทั้งหมด 7 แห่ง ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย โดยทำการเก็บตัวอย่างระหว่าง กุมภาพันธ์ ถึง มิถุนายน 2562 ในห้องครัวอาหาร วิเคราะห์ความเข้มข้นของสาร total PAHs และฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM10) และการประเมินความเสี่ยงโดยอาศัยเมตริกความเสี่ยงต่อสุขภาพที่คำนึงตามตำแหน่งงานและประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพด้านการเกิดมะเร็งต่อไป

กลุ่มตัวอย่าง

การศึกษานี้มีกลุ่มตัวอย่างคือ พนักงานปฏิบัติงานห้องครัวร้านอาหารประจำเชียนทองเที่ยว และคลับเฮาส์สนามกอล์ฟ 7 แห่ง รวมจำนวนทั้งหมด 61 คือ แม่ครัว 18 คน ผู้ช่วยแม่ครัว 6 คน พนักงานเสิร์ฟ 26 คน แคชเชียร์ 11 คน กระจายตามห้องอาหาร 7 แห่งนี้ แต่ละตำแหน่งสูงสุดคือ 3 ถึง 14 คน โดยมีเกณฑ์การคัดเลือก ดังนี้ 1) บุคลากรอายุ 18 ปี ขึ้นไป 2) อายุงานที่ปฏิบัติในห้องครัวมากกว่า 6 เดือน 3) สมัครใจเข้าร่วมการวิจัย

แบบสัมภาษณ์

แบ่งออกเป็น 6 ส่วนได้แก่ ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป ประกอบด้วย เพศ อายุ น้ำหนักตัว ระดับการศึกษาสูงสุด เป็นต้น ส่วนที่ 2 ข้อมูลการปฏิบัติงาน ประกอบด้วย สถานที่ปฏิบัติงาน ตำแหน่งในการปฏิบัติงาน อายุงาน ชั่วโมงการทำงานต่อวัน จำนวนวันต่อสัปดาห์ ชั่วโมงปฏิบัติงานขณะมีการปรุงอาหาร เป็นต้น ส่วนที่ 3

ข้อมูลสุขภาพ ประกอบด้วย ข้อมูลโรคประจำตัว การได้รับการตรวจสุขภาพประจำปี พฤติกรรมการสูบบุหรี่ เป็นต้น ส่วนที่ 4 ข้อมูลการสัมผัสฝุ่นละอองขนาดเล็ก ความถี่จากการรับสัมผัสฝุ่นละอองขนาดเล็กในพื้นที่ปฏิบัติงาน ความถี่การรับสัมผัสควันจากการประกอบอาหาร

การตรวจวัด PAHs

ทำการตรวจวัดในห้องครัวแต่ละแห่งทั้ง 7 แห่ง โดยทำการเก็บตัวอย่างอากาศ 1 จุดบริเวณที่ใกล้การปรุงอาหารมากที่สุด ตามวิธี NIOSH Method 5515¹² อุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บตัวอย่างประกอบด้วย กระดาษกรอง PTFE ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 37 มิลลิเมตร ที่มีขนาดรู 2 ไมครอนเมตร บรรจุอยู่ในตู้ในตลับกรอง (Filter cassette) แบบ 3 ชั้น แล้วต่อด้วยหลอดดูดซับ XAD-2 resin ปรับอัตราการไหลของปั๊มดูดอากาศที่ 2 ลิตร/นาที ระยะเวลาในการเก็บตัวอย่างอากาศ 2 ชั่วโมง (ระหว่างเวลา 11.00 – 13.00 น.) โดยตั้งอุปกรณ์อยู่ในระดับการหายใจ (สูงประมาณ 1.5 เมตร) การเก็บตัวอย่างอากาศ 240 ลิตร ตามมาตรฐานกำหนด (กำหนดระหว่าง 200-1,000 ลิตร) และส่งตัวอย่างวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการที่ได้รับมาตรฐาน โดยเก็บรักษาตัวอย่างในอุปกรณ์รักษาความเย็นจนกว่าจะทำการวิเคราะห์ตามวิธีมาตรฐานของ NIOSH Method 5515¹² ซึ่งผลที่นำเสนอในการศึกษานี้ใช้ผลจากการวิเคราะห์ปริมาณความเข้มข้นสาร total PAHs จากการสกัดสาร PAHs จากอนุภาคฝุ่นละอองวิเคราะห์ด้วยเทคนิค Gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS) จากตัวอย่างการเก็บด้วยกระดาษกรองสามารถหาปริมาณความเข้มข้นของ

ฝุ่นขนาดเล็ก PM10 ด้วยหลักการ Gravimetric method (NIOSH 0500) ด้วยเครื่องชั่งดิจิทัล ความละเอียด 0.001 มิลลิกรัม

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

การวิจัยครั้งนี้วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้โปรแกรม STATA เวอร์ชัน 10 ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยขอนแก่น นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้สถิติเชิงพรรณนาเพื่อใช้วิเคราะห์ลักษณะการกระจายข้อมูล โดยใช้ ค่าเฉลี่ย ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าต่ำสุด - สูงสุด และ 95 เปอร์เซนต์ไทล์ และวิเคราะห์ความแตกต่างของระดับการรับสัมผัสทางการหายใจระหว่างตำแหน่ง ด้วยสถิติ One way ANOVA โดยกำหนดระดับนัยสำคัญที่ p-value < 0.05

การประเมินความเสี่ยงทางอาชีวอนามัยและความปลอดภัยโดยเมตริกความเสี่ยงต่อสุขภาพ

การประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพจากการรับสัมผัสสาร PAHs ใช้หลักการของเมตริกความเสี่ยงตามตำแหน่งการทำงานในร้านอาหาร ที่พิจารณา 2 องค์ประกอบรวม คือ 1) โอกาส และ 2) ความรุนแรง คือ

ระดับความเสี่ยง = ระดับโอกาสการสัมผัส x ระดับความรุนแรง
สามารถจำแนกออกเป็น 3 ขั้นตอน คือ 1) การจัดระดับโอกาสสัมผัส ที่พิจารณาจากระดับความเข้มข้นของสารเคมี กับความถี่จากการสัมผัส 2) การจัดระดับความรุนแรงของอาการรายงาน และ 3) การจัดระดับความเสี่ยงจากเมตริกความเสี่ยง

1). ระดับโอกาสการสัมผัส ได้จากเมตริกที่อาศัยระดับความเข้มข้นสาร PAHs คูณกับระดับ

ความถี่ของการสัมผัส โดยการจัดระดับความเข้มข้นจากผลความเข้มข้นที่ตรวจวัดได้ในห้องครัวเปรียบเทียบกับค่าขีดจำกัดที่ให้สัมผัสได้ใน 8 ชั่วโมงการทำงาน (OEL) กำหนดไว้ที่ไม่เกิน 0.2 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร โดย ACGIH ซึ่งแบ่งออกเป็น 5 ระดับ คือ ระดับ 1 คือ ความเข้มข้นต่ำกว่า 1% OEL-TWA ระดับ 2 คือ ความเข้มข้นระหว่าง 1 - 10% OEL-TWA ระดับ 3 คือ ความเข้มข้นมากกว่า 10 - 50% OEL-TWA ระดับ 4 คือ ความเข้มข้นมากกว่า 50 - 100% OEL-TWA และระดับ 5 คือ ความเข้มข้นมากกว่า 100% OEL-TWA และการจัดระดับความถี่ของการสัมผัสพิจารณาจากจำนวนชั่วโมงการปฏิบัติงานต่อวัน ซึ่งแบ่งออกเป็น 5 ระดับ คือ น้อยกว่า 2 ชั่วโมง (ระดับ 1) 2-4 ชั่วโมง (ระดับ 2) มากกว่า 4-6 ชั่วโมง (ระดับ 3) มากกว่า 6-8 ชั่วโมง (ระดับ 4) และมากกว่า 8 ชั่วโมง (ระดับ 5) ผลคะแนนสามารถแบ่งระดับโอกาสสัมผัสออกได้เป็น 5 ระดับ ประกอบด้วย คะแนน 1-5 ไม่ได้สัมผัส (ระดับ 1) คะแนน 6-8 มีการสัมผัสน้อย (ระดับ 2) คะแนน 9-15 มีการสัมผัสปานกลาง (ระดับ 3) คะแนน 16-20 มีการสัมผัสสูง (ระดับ 4) และคะแนน 21-25 มีการสัมผัสสูงมาก (ระดับ 5)

2). ระดับความรุนแรงที่มีผลกระทบต่อสุขภาพ จะพิจารณาจากอาการรายงานผลกระทบต่อระบบทางเดินหายใจ ซึ่งแบ่งออกเป็น 5 ระดับ ประกอบด้วย ไม่มีผลกระทบต่อสุขภาพ (ระดับ 1) มีผลกระทบต่อสุขภาพน้อย คือ เกิดการระคายเคืองทางเดินหายใจ (ระดับ 2) มีผลกระทบต่อสุขภาพปานกลาง มีอาการไอ หอบเหนื่อย (ระดับ 3) มีผลกระทบต่อสุขภาพรุนแรง คือ เกิดพังผืด (Fibrosis) (ระดับ 4) และมีผลกระทบต่อ

สุขภาพรุนแรงมาก คือ การเกิดมะเร็ง เสียชีวิต (ระดับ 5)

3). การประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพจากการรับสัมผัสสาร PAHs ได้จากเมตริกที่นำเอาระดับความรุนแรงคูณกับระดับโอกาสสัมผัส ซึ่งแบ่งออกเป็น 5 ระดับ ประกอบด้วย ระดับความเสี่ยงยอมรับได้ คะแนน 1-5 (ระดับ 0) ระดับความเสี่ยงต่ำ คะแนน 6-8 (ระดับ 1) ระดับความเสี่ยงปานกลาง คะแนน 9-15 (ระดับ 2) ระดับความเสี่ยงสูง คะแนน 16-20 (ระดับ 3) และระดับความเสี่ยงสูงมาก คะแนน 21-25 (ระดับ 4) ดังแสดงในตารางที่ 1

การประเมินความเสี่ยงด้านสุขภาพในมนุษย์ด้าน การเกิดมะเร็ง

อาศัยหลักการ US.EPA¹⁴ ที่พิจารณาตามตำแหน่งงาน แม่ครัว ผู้ช่วยแม่ครัว แคชเชียร์ และพนักงานเสิร์ฟ การประเมินความเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็งจากการสัมผัสสาร PAHs ผ่านทางการหายใจ เนื่องจากสาร PAHs มีสารก่อมะเร็งในมนุษย์ คือ Benzo[a]pyrene : BaP กำหนดโดยหน่วยงาน International Agency for Research on Cancer (IARC) การประเมินความเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็ง ในการศึกษาครั้งนี้จะทำการประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพด้วยวิธีการประเมินความเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็งผ่านทางการหายใจ (Incremental lifetime cancer risk (ILCR) ซึ่งต้องอาศัยความเข้มข้นของสาร total PAHs จากการสัมผัสสารก่อมะเร็ง Benzo[a]pyrene: BaP โดยคำนึงถึงค่าความแรงในการทำให้เกิดพิษของ BaP มาคำนวณหาค่า

Benzo[a]pyrene equivalent (BaP_{eq}) หรือความเข้มข้นในสมการ และชั่วโมงปฏิบัติงานที่มีการประกอบปรุงอาหารโดยเฉลี่ย และความถี่ของจำนวนวันต่อปี และจำนวนปีที่สัมผัสหรือทำงานมาแล้ว น้ำหนักตัว และระยะเวลาเฉลี่ย (ปี) ตลอดการสัมผัส ใช้สูตรคำนวณ ดังต่อไปนี้

$$ILCR_{PAHs} = \frac{(BaP_{eq} \times IR \times ET \times EF \times ED) \times SF_{BaP}}{(BW \times AT)}$$

กำหนดให้

BaP_{eq} หมายถึง ค่าความเข้มข้นที่ได้จากความเข้มข้นของสาร total PAHs คูณกับค่าความแรงในการทำให้เกิดพิษของ BaP เท่ากับ 0.0026

IR (Inhalation rate) หมายถึง อัตราการหายใจ (2.5 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง)

ET (Exposure Time) หมายถึง ชั่วโมงการสัมผัส คำนึงถึงเฉพาะการปฏิบัติงานขณะมีการปรุงอาหาร (ชั่วโมงต่อวัน)

EF (Exposure frequency) หมายถึง ความถี่ของการรับสัมผัส มีหน่วยเป็นวันต่อปี ใช้ 312 วัน

ED (Exposure duration) หมายถึง ระยะเวลาที่สัมผัสมาแล้วเป็นปี ใช้ค่าจากการสัมภาษณ์

BW (Body weight) หมายถึง น้ำหนักตัวของแต่ละบุคคล มีหน่วยเป็น กิโลกรัมจากการสัมภาษณ์

AT (Average time exposed) หมายถึง เท่ากับ 25,550 วัน

SF_{BaP} (Cancer Slope Factor) หมายถึง สัมประสิทธิ์ความชันในการก่อให้เกิดมะเร็งมีหน่วยเป็น (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมต่อวัน)⁻¹ ของสาร BaP คือ 3.1 (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมต่อวัน)⁻¹

ความเสี่ยงในการก่อให้เกิดมะเร็งจากการรับสัมผัสทางการหายใจของ Benzo[a]pyrene (BaP) โดยเปรียบเทียบค่าดังนี้

- (1) Incremental lifetime cancer risk > 2.5 x 10⁻⁶ หมายถึง มีความเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็งในระยะยาว
- (2) Incremental lifetime cancer risk < 2.5 x 10⁻⁶ หมายถึง มีความเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็งระดับยอมรับได้

ในการศึกษานี้ ประเมินการการสัมผัสฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM10 และสาร PAH ผ่านทางการหายใจด้วยสมการการคำนวณฝุ่นละอองขนาดเล็ก ใช้ค่าประมาณการการสัมผัสตามสมการ

$$Intake (mg/kg/day) = \frac{C \times IR \times ET \times EF \times ED}{BW \times AT}$$

Intake หมายถึง ปริมาณฝุ่นละออง PM10 ที่ได้รับสัมผัส หน่วยคือ มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมต่อวัน

C (Concentration) หมายถึง ความเข้มข้นของ PM10 มีหน่วยเป็น มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

IR หมายถึง อัตราการหายใจ (2.5 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง)

ET หมายถึง ชั่วโมงการสัมผัส คำนึงถึงเฉพาะการปฏิบัติงานขณะมีการปรุงอาหาร (ชั่วโมงต่อวัน)

EF หมายถึง ความถี่ของการรับสัมผัส มีหน่วยเป็น วันต่อปี ใช้ 312 วันต่อปี สำหรับห้องครัวอาหาร

ED หมายถึง ระยะเวลาของปีที่สัมผัสมาแล้ว มีหน่วยเป็นปี จากการสัมภาษณ์

BW หมายถึง น้ำหนักตัวของแต่ละบุคคล มีหน่วยเป็น กิโลกรัม จากการสัมภาษณ์

AT หมายถึง ระยะเวลาเฉลี่ยที่จะได้รับผลกระทบต่อสุขภาพ กำหนด 25 ปี หรือ 9,125 วัน

ตารางที่ 1. การจัดลำดับความเสี่ยงทางสุขภาพด้วยเมตริกความเสี่ยงต่อการสัมผัสสาร PAHs

ระดับความรุนแรง	ระดับการสัมผัส					ระดับความเสี่ยง		
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	คะแนน	ผล	ระดับ
5	5	10	15	20	25	21-25	สูงมาก	(4)
4	4	8	12	16	20	16-20	สูง	(3)
3	3	6	9	12	15	9-15	ปานกลาง	(2)
2	2	4	6	8	10	6-8	น้อย	(1)
1	1	2	3	4	5	1-5	ยอมรับได้	(0)

(Chaiklieng et al. 2015)¹³

กรณีสาร PAH ใช้ค่าประมาณการการสัมผัสสารผ่านทางการหายใจ¹⁴ ใช้สูตรคำนวณ ดังต่อไปนี้

$$EC = (CA \times ET \times EF \times ED) / AT$$

EC = ปริมาณการสัมผัสสาร PAH หน่วยคือ มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

CA = ความเข้มข้นของสาร PAH ที่วัดได้จาแต่ละพื้นที่ หน่วยคือมิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

ET = ชั่วโมงการสัมผัส คำนึงถึงเฉพาะการปฏิบัติงานขณะมีการปรุงอาหาร (ชั่วโมงต่อวัน)

EF = ความถี่ของการรับสัมผัส มีหน่วยเป็นวันต่อปี ใช้ 312 วันต่อปี สำหรับห้องครัวอาหาร

ED = ระยะเวลาของปีที่สัมผัสมาแล้ว มีหน่วยเป็นปี จากการสัมภาษณ์

$$AT = 25 \text{ ปี หรือ } 219,000 \text{ ชั่วโมง}$$

ผลการวิจัย

ลักษณะทั่วไป และการปฏิบัติงาน

จำนวนผู้ปฏิบัติงานโดยปฏิบัติงานในตำแหน่งที่แตกต่างกันประกอบด้วยแม่ครัว จำนวน 18 คน (ร้อยละ 29.51) ผู้ช่วยแม่ครัว จำนวน 6 คน

(ร้อยละ 9.84) แคชเชียร์ จำนวน 11 คน (ร้อยละ 18.03) พนักงานเสิร์ฟ จำนวน 26 คน (ร้อยละ 42.62) ส่วนใหญ่มีอายุระหว่าง 18-59 ปี มีอายุงานระหว่าง 1-5 ปี และมากกว่า 5-10 ปี (ร้อยละ 36.07) รองลงมา มากกว่า 10-15 ปี (ร้อยละ 14.75) ระยะเวลาในการทำงานต่อวัน สูงสุด 5-10 ชั่วโมง จำนวน 54 คน (ร้อยละ 88.52) รองลงมา 1-4 ชั่วโมง จำนวน 4 คน (ร้อยละ 6.56) มากกว่า 10 ชั่วโมง จำนวน 3 คน (ร้อยละ 4.29) (ตารางที่ 2)

ชั่วโมงปฏิบัติงานขณะปรุงอาหาร จากกรณีสัมผัสขณะมีการประกอบอาหาร ตำแหน่งแม่ครัวและผู้ช่วยแม่ครัว คือ 1 - 2 ชั่วโมงต่อวัน และพนักงานเสิร์ฟ หรือแคชเชียร์กำหนดคนที่ 1 ชั่วโมงต่อวัน กรณีผู้ปฏิบัติงานทำงานเกิน 8 ชั่วโมงต่อวัน จำนวนชั่วโมงสัมผัสจะเพิ่มอีก 1 ชั่วโมงต่อวัน เพื่อใช้ในการประเมินการสัมผัสฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM10 และ PAHs และการประเมินความเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็ง สำหรับด้านพฤติกรรม การป้องกันตนเองของผู้ปฏิบัติงาน พบว่า มีการสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล ระหว่างที่

ปฏิบัติงาน ประกอบด้วย หน้ากากอนามัย จำนวน 8 คน (ร้อยละ 13.11) ถุงมือยาง จำนวน 6 คน (ร้อยละ 9.84) และหมวกคลุมผม จำนวน 7 คน (ร้อยละ 11.48) และอื่นๆ เช่น ฝ่าก้นเปื้อน ซึ่งใส่ทุกตำแหน่ง

งานทุกคน ซึ่งวัตถุประสงค์ตามหลักสุขอนามัยของผู้ประกอบปรุงอาหาร อีกทั้งยังช่วยป้องกันอันตรายจากการทำงาน เช่น หน้ากากอนามัยช่วยกรองฝุ่น ถุงมือยาง ป้องกันมีดบาดมีด เป็นต้น

ตารางที่ 2. ข้อมูลการปฏิบัติงานของพนักงาน

ตัวแปร	จำนวน (ร้อยละ)
ตำแหน่งงาน	
พนักงานเสิร์ฟ	26 (42.62)
แม่ครัว	18 (29.51)
พนักงานแคชเชียร์	11 (18.03)
ผู้ช่วยแม่ครัว	6 (9.84)
อายุงาน	
1-5 ปี	22 (36.07)
>5-10 ปี	22 (36.07)
>10-15 ปี	9 (14.75)
>15-20 ปี	7 (11.48)
>20 ปี	1 (1.64)
จำนวนชั่วโมงการทำงานต่อวัน	
1-4 ชั่วโมง	4 (6.56)
5 -10 ชั่วโมง	54 (88.52)
>10 ชั่วโมง	3 (4.29)
จำนวนวันปฏิบัติงานต่อสัปดาห์	
7 วัน	37 (60.66)
6 วัน	24 (39.34)

สภาพแวดล้อมทั่วไปและการสัมผัสฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM10

จากการสำรวจลักษณะทั่วไปของพื้นที่ศึกษาร้านอาหารเป็นอาคารชั้นเดียวแยกออกจากอาคารอื่นอย่างชัดเจนห้องครัวมีลักษณะเป็นพื้นที่

ปิด และมีระบบดูดอากาศเชื้อเพลิงที่ใช้ส่วนใหญ่เป็นแก๊สปิโตรเลียมเหลวหรือแอลพีจี ร้านอาหารแต่ละแห่งมีลักษณะของพื้นที่ปฏิบัติงานที่แตกต่างกันไปทั้งในเรื่องของจำนวนอุปกรณ์และขนาดพื้นที่ของห้องครัว จำนวนหัวเตาแก๊ส

จำนวนประตู-หน้าต่าง มีการติดตั้งระบบดูดอากาศ พัดลมดูดอากาศแบบติดผนัง และพัดลมตั้งโต๊ะเพื่อช่วยในการระบายอากาศในจุดหรือพื้นที่ที่ต้องการ

การตรวจวัดอุณหภูมิ อัตราความเร็วลม และความชื้นสัมพัทธ์ ในพื้นที่ปฏิบัติงาน ร้านอาหารทั้ง 7 แห่ง พบว่า อุณหภูมิมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 31.86 ± 1.83 องศาเซลเซียส ค่าต่ำสุด-สูงสุด $29.50 - 34.3$ อัตราความเร็วลมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.15 ± 0.06 เมตรต่อวินาที ค่าต่ำสุด-สูงสุด $0.12 - 0.29$ และความชื้นสัมพัทธ์มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 70.28 ± 7.04 เปอร์เซ็นต์ ค่าต่ำสุด-สูงสุด $62.4 - 82.0$

ผลการตรวจวัดระดับความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM10) ในบรรยากาศการทำงานในร้านอาหาร ทั้ง 7 แห่ง มีระดับความเข้มข้นเฉลี่ยของฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM10 เท่ากับ 0.0294 ± 0.0064 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ค่าต่ำสุด - สูงสุด เท่ากับ $0.0210 - 0.0360$ มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งไม่เกินค่ามาตรฐานแนะนำของ ACGIH ที่กำหนดไว้ที่ไม่เกิน 3 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

เมื่อพิจารณาการสัมผัสฝุ่นละอองขนาดเล็กผ่านทางการหายใจ พบว่า แม่ครัวมีค่าการสัมผัส สูงสุดเมื่อเปรียบเทียบกับตำแหน่งงานอื่นๆ คือ มีค่าระหว่าง $0.0024 - 0.0055$ มิลลิกรัมต่อลิตรต่อวัน และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างตำแหน่งงานด้วยสถิติ On way anova พบว่า ทุกตำแหน่งงาน มีค่าเฉลี่ยการได้รับสัมผัส PM10 ผ่านทางการหายใจแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\text{-value} < 0.05$) คือ ตำแหน่งผู้ช่วยแม่ครัว ($0.0025 - 0.0042$ มิลลิกรัมต่อลิตรต่อวัน)

ตำแหน่งพนักงานเสิร์ฟ ($0.0013 - 0.0029$ มิลลิกรัมต่อลิตรต่อวัน) และตำแหน่งงานแคชเชียร์ ($0.0025 - 0.0007$ มิลลิกรัมต่อลิตรต่อวัน) แต่แตกต่างกันไม่มีนัยสำคัญของตำแหน่งแม่ครัว กับตำแหน่งผู้ช่วยแม่ครัว

ผลการประเมินการรับสัมผัสสาร total PAHs ผ่านทางการหายใจ

จากผลการเก็บตัวอย่างในครัวอาหาร ทั้ง 7 แห่ง พบว่าระดับความเข้มข้นเฉลี่ยของสาร PAHs เท่ากับ 567.14 ± 386.38 นาโนกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (ng/m^3) ค่าต่ำสุด - สูงสุด เท่ากับ $150 - 1,020 \text{ ng}/\text{m}^3$ ซึ่งไม่เกินค่ามาตรฐานกำหนดไว้ที่ไม่เกิน 0.2 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร¹⁵ หรือ $0.2 \times 10^6 \text{ ng}/\text{m}^3$

ผลจากการประเมินการรับสัมผัสสารผ่านทางการหายใจ ตามตำแหน่งงานที่ปฏิบัติ ซึ่งคำนึงถึงความแตกต่างกันของ ความเข้มข้นของสาร PAHs จากการตรวจวัดในครัวห้องอาหารแต่ละพื้นที่ ชั่วโมงการปฏิบัติงานขณะปรุงอาหาร ระยะเวลาการทำงานที่ผ่านมา และน้ำหนักตัวของพนักงาน พบว่า ตำแหน่งแม่ครัว มีค่าการสัมผัสระหว่าง $0.0004 - 0.0029$ มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตำแหน่งผู้ช่วยแม่ครัว มีค่าการสัมผัสระหว่าง $0.0004 - 0.0029$ มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตำแหน่งพนักงานเสิร์ฟมีค่าการสัมผัสระหว่าง $0.0002 - 0.0015$ มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และตำแหน่งงานแคชเชียร์มีค่าการสัมผัสระหว่าง $0.0001 - 0.0007$ มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (ตารางที่ 3) ด้วยสถิติทดสอบ one way ANOVA เปรียบเทียบความแตกต่างของการสัมผัสระหว่างตำแหน่งงานโดยพบว่าไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ความเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็งจากการสัมผัส PAHs (Benzo[a]Pyrene)

ผลการประเมินความเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็งจากการรับสัมผัส PAHs ซึ่งใช้ผลความเข้มข้นของ Benzo [a] Pyrene ดังตัวอย่างการคำนวณความเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็งจากการรับสัมผัส PAHs (BaP) ของแม่ครัว จากสูตร

$$ILCR_{PAHs} = \frac{BaP_{eq} \times IR \times ET \times EF \times ED \times SF_{BaP}}{BW \times AT}$$

กรณีนี้ BaP_{eq} (Benzo [a] pyrene equivalent) = $(0.0026 \times 453.8 \text{ ng/m}^3)$
โดยสาร PAHs มีความเข้มข้นกรณีนี้ คือ 45.38
นาโนกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

$$ILCR_{PAHs} = \frac{(1.13 \text{ ng/m}^3 \times 2.5 \text{ m}^3/\text{hour} \times 2 \text{ hour/day} \times 312 \text{ day/year} \times 11 \text{ year}) \times 3.1 \text{ (mg/kg/day)}^{-1}}{(51 \text{ kg} \times 22,550 \text{ day})}$$

ดังนั้น แม่ครัวอาหารคนนี้มีความเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็งจากการรับสัมผัส PAHs (Benzo[a]Pyrene) เท่ากับ 5.23×10^{-11} ความเสี่ยงยอมรับได้เมื่อเปรียบเทียบกับค่าอ้างอิง (2.5×10^{-6})

การประเมินความเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็งจากการรับสัมผัสสาร PAHs โดยใช้ปริมาณสาร total PAHs ตรวจวัด พิจารณาร่วมกับความแรงในการทำให้เกิดพิษของ Benzo[a]Pyrene มาคำนวณโดยแสดงผลการประเมินตามตำแหน่งงานที่ปฏิบัติงานในครัวตามชั่วโมงที่แตกต่างกัน พบสูงสุดในตำแหน่งแม่ครัว รองลงมาคือตำแหน่งผู้ช่วยแม่ครัว ตำแหน่งพนักงานเสิร์ฟ และ

IR (Inhalation rate) = 2.5 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง

ET (Exposure Time) = 2 ชั่วโมงต่อวัน ขณะปฏิบัติงานปรุงอาหารในครัวอาหาร

EF (Exposure frequency) = 312 วันต่อปี

ED (Exposure duration) = ตัวอย่างคือ 11 ปี จากประวัติการทำงานจนถึงปัจจุบัน

BW (Body weight) = 51 กิโลกรัม จากการสัมภาษณ์

AT (Average time exposure) = 22,550 วัน

SF_{BaP} (Cancer Slope Factor) = 3.1 (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมต่อวัน)⁻¹ โดยแทนค่าดังนี้

ตำแหน่งแคะเชิър ซึ่งอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ ดังแสดงในตารางที่ 4

การประเมินความเสี่ยงทางอาชีวอนามัยและความปลอดภัยโดยใช้เมตริกความเสี่ยงต่อสุขภาพ

การประเมินความเสี่ยงทางอาชีวอนามัยและความปลอดภัยโดยใช้เมตริกความเสี่ยงต่อสุขภาพจากการรับสัมผัสสาร PAHs ได้จากระดับการสัมผัสจากระดับความถี่ในการสัมผัสสาร PAHs ควบคู่กับระดับความเข้มข้นที่ได้จากการตรวจวัด ซึ่งระดับความถี่ของการรับสัมผัส PAHs ของผู้ปฏิบัติงานมีการสัมผัสตั้งแต่ 1 ชั่วโมงต่อวัน จนถึง 8 ชั่วโมงต่อวัน ตามตำแหน่งงาน

ตารางที่ 3. การสัมผัส PAHs ผ่านทางการหายใจ โดยใช้ผลการตรวจวัดแบบพื้นที่

ตำแหน่งงาน	การรับสัมผัสสาร total PAHs จากการหายใจ (mg/m ³)		
	Min	Max	95 th Percentile
แม่ครัว (n=18)	0.0004	0.0029	0.0029
ผู้ช่วยแม่ครัว (n=6)	0.0004	0.0029	0.0029
พนักงานเสิร์ฟ (n=26)	0.0002	0.0015	0.0015
แคชเชียร์ (n=11)	0.0001	0.0007	0.0007

ตารางที่ 4. ความเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็งจากการสัมผัส PAHs กรณี Benzo[a]Pyrene จำแนกตามตำแหน่งงาน

ตำแหน่งงาน	Cancer risk
	Min –Max
แม่ครัว (n=18)	3.82 x 10 ⁻¹¹ -6.62 x 10 ⁻¹¹
ผู้ช่วยแม่ครัว (n=6)	3.43 x 10 ⁻¹¹ -4.97 x 10 ⁻¹¹
พนักงานเสิร์ฟ (n=26)	2.13 x 10 ⁻¹¹ -3.24 x 10 ⁻¹¹
พนักงานแคชเชียร์ (n=11)	1.06 x 10 ⁻¹¹ -1.86 x 10 ⁻¹¹

ระดับความรุนแรงจากอาการรายงานที่เกี่ยวข้องกับทางเดินหายใจในผู้ปฏิบัติงานในช่วง 6 เดือนที่ผ่านมาแยกตามตำแหน่งงาน พบว่าตำแหน่งแม่ครัว มีอาการรุนแรง จำนวน 1 คน (ร้อยละ 5.56) มีอาการปานกลาง จำนวน 8 คน (ร้อยละ 55.56) มีอาการเล็กน้อย จำนวน 6 คน (ร้อยละ 33.33) ไม่มีอาการ จำนวน 3 คน (ร้อยละ 16.67) และตำแหน่งผู้ช่วยแม่ครัว มีอาการเล็กน้อย จำนวน 1 คน (ร้อยละ 16.67) มีอาการปานกลาง จำนวน 5 คน (ร้อยละ 83.33)

ส่วนตำแหน่งพนักงานเสิร์ฟ มีอาการเล็กน้อย จำนวน 9 คน (ร้อยละ 34.62) มีอาการปานกลาง จำนวน 14 คน (ร้อยละ 53.85) ไม่มี

อาการ จำนวน 3 คน (ร้อยละ 11.54) และตำแหน่งแคชเชียร์ มีอาการเล็กน้อย จำนวน 1 คน (ร้อยละ 9.09) มีอาการปานกลาง จำนวน 5 คน (ร้อยละ 45.45) และไม่มีอาการ จำนวน 5 คน (ร้อยละ 45.45)

เพื่อพิจารณาโอกาสสัมผัสพบว่าเมื่อเปรียบเทียบความเข้มข้นของสาร PAHs ที่ได้จากการตรวจวัดเทียบกับค่า OEL-ACGIH¹⁵ ที่กำหนดค่าระดับความเข้มข้นสาร PAHs ไว้ที่ไม่เกิน 0.2 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตรโดยพบว่า ที่ระดับความเข้มข้นน้อยกว่า 1% เท่ากับ 20 คน (ร้อยละ 32.79) มีการสัมผัสที่ระดับความเข้มข้นระหว่าง 1-10% เท่ากับ 41 คน (ร้อยละ 67.21) ผล

การประเมินโอกาสการสัมผัสสาร PAHs ห้องครัว โดยใช้ความถี่ และระดับความเข้มข้นของ PAHs 5 ระดับ พบว่า ผู้ปฏิบัติงานไม่ได้สัมผัส จำนวน 26 คน (ร้อยละ 42.62) สัมผัสระดับต่ำ จำนวน 14 (ร้อยละ 22.95) และสัมผัสระดับปานกลาง จำนวน 21 คน (ร้อยละ 34.43) และผลการประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพโดยอาศัยเมตริกความเสี่ยงที่พิจารณาตามตำแหน่งงาน แม่ครัว ผู้ช่วยแม่ครัว พนักงานเสิร์ฟ และแคชเชียร์โดยใช้ระดับความรุนแรงของอาการคูณกับระดับโอกาสสัมผัส PAHs พบว่า ผู้ปฏิบัติงานทุกคนมีความเสี่ยงจากการรับสัมผัส PAHs อยู่ระดับที่ยอมรับได้

วิจารณ์ผลการวิจัย

ข้อมูลทั่วไป การปฏิบัติงานและสุขภาพพนักงาน

ผลสำรวจพบว่าร้านอาหารทั้ง 7 แห่งเป็นอาคารชั้นเดียว พื้นที่ปิด ใช้ระบบดูดอากาศ มีจำนวนประตู-หน้าต่าง มีการติดตั้งระบบดูดอากาศพัดลมดูดอากาศแบบติดผนัง และพัดลมตั้งโต๊ะ เพื่อช่วยในการระบายอากาศในจุดหรือพื้นที่ที่ต้องการ ซึ่งทำให้ปริมาณกำจัดฝุ่นละอองขนาดเล็ก และ total PAHs ในบรรยากาศการทำงานของแม่ครัวมีโอกาสได้รับสัมผัสมากกว่าตำแหน่งอื่นๆ และอาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพหรืออาการแสดงจากการสัมผัสฝุ่นจากการประกอบอาหารหรือปริมาณความเข้มข้นสารเคมีในบรรยากาศในพื้นที่ปฏิบัติงานที่แตกต่างกันได้ โดยพบว่าร้านอาหารคลับเฮาส์สนามกอล์ฟแห่งหนึ่งยังไม่มี การติดตั้งระบบดูดอากาศในพื้นที่ปฏิบัติงานครัว ดังนั้นอาจส่งผลต่อการปนเปื้อน เพราะการศึกษาที่ผ่านมาเปรียบเทียบกับเห็นว่าการมีระบบดูด

อากาศเพื่อระบายอากาศสามารถลดความเข้มข้นของสาร PAHs ในครัวลงได้โดยเฉพาะ Benzo[a]pyrene จาก 68.8% เป็น 61.9%¹⁶ ดังนั้นผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องหรือรับผิดชอบควรมีการติดตั้งให้ระบบดูดอากาศและตรวจสอบการทำงานสม่ำเสมอเพื่อ กำจัดสารพิษในพื้นที่ปฏิบัติงาน

ในส่วนของการพฤติกรรมการป้องกันตนเองของผู้ปฏิบัติงาน พบว่ามีการสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล ระหว่างที่ปฏิบัติงานคือ หน้ากากอนามัย ส่วนใหญ่ และข้อมูลด้านสุขภาพของผู้ปฏิบัติงาน พบว่าผู้ปฏิบัติงานส่วนใหญ่ ไม่มีโรคประจำตัว ได้รับการตรวจสุขภาพประจำปี และผลของแบบสอบถาม คือ ผู้ปฏิบัติงานในห้องครัว มีอาการใดอาการหนึ่งหรือหลายอาการ ในช่วง 6 เดือนที่ผ่านมา เช่น อาการคัดจมูก น้ำมูกไหล ปวดศีรษะ แสบจมูก แสบคอ เป็นต้น ซึ่งอาจเป็นอาการมาจากการรับสัมผัสสาร PAHs ที่ผู้ปฏิบัติงานได้รับที่มีความสัมพันธ์กับอาการเจ็บป่วยของระบบทางเดินหายใจ เช่น อาการไอ คัดจมูก หอบหืดอักเสบหรือปอดอักเสบ¹⁷ นอกจากนี้อาจพัฒนาไปสู่การเป็นโรคหอบหืด โดยองค์การอนามัยโลกยังระบุว่า ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อระบบทางระบบทางเดินหายใจของมนุษย์ ประกอบด้วย การสัมผัสฝุ่นในห้องครัวจากการทำงาน การสัมผัสสารมลพิษอากาศในอาคาร หรือภายนอกอาคาร และการสูบบุหรี่²

ผลความเข้มข้นสาร PAHs ในบรรยากาศการทำงาน

จากการตรวจวัดอุณหภูมิ อัตราความเร็วลม และความชื้นสัมพัทธ์ ในพื้นที่ปฏิบัติงาน

ร้านอาหารทั้ง 7 แห่ง พบว่าเป็นไปตามมาตรฐานตามกฎกระทรวงแรงงาน เกี่ยวกับความร้อน (กระทรวงแรงงาน, 2559)¹⁸ ซึ่งกำหนดมาตรฐานระดับความร้อนค่าเฉลี่ยอุณหภูมิ เวทบัลด์โกลบของลักษณะงานเบาต้องมีระดับความร้อนไม่เกิน 34.0 องศาเซลเซียส ตามมาตรฐานที่กฎกระทรวงกำหนด อย่างไรก็ตามตำแหน่งแม่ครัวเป็นตำแหน่งงานที่มีความเสี่ยงกว่าตำแหน่งงานอื่นๆ เนื่องจากจุดหรือพื้นที่ปฏิบัติงานอยู่ใกล้แหล่งความร้อนและมีความชื้นในอากาศสูงจากการระเหยของไอน้ำจากการประกอบอาหารประเภทต้ม จึงเป็นตำแหน่งงานที่ต้องเฝ้าระวังในเรื่องการได้รับอันตรายจากความร้อนและควรจัดสภาพแวดล้อมในการทำงานให้เหมาะสม

ผลการตรวจวัดอัตราความเร็วลมเฉลี่ยเมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานแนะนำจากประเทศสิงคโปร์¹⁹ ซึ่งกำหนดค่าไว้ระหว่าง 0.10 - 0.30 เมตรต่อวินาที พบว่าห้องครัวของร้านอาหารที่ทำการตรวจวัดทั้งหมดมีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานกำหนด โดยผลการตรวจวัดความชื้นสัมพัทธ์เปรียบเทียบกับค่าที่แนะนำประเทศสิงคโปร์ กำหนดค่าไว้ไม่เกินร้อยละ 70 พบว่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานกำหนดไว้ ยกเว้นร้านอาหารเชียน 2 แห่ง และร้านอาหารคลับเฮาส์สนามกอล์ฟ 1 แห่ง ที่ไม่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานกำหนดที่สอดคล้องกับการศึกษาของ มธุรส ประสมวงศ์ และคณะ²⁰ ศึกษาคุณภาพอากาศภายในอาคารโรงแรมและกลุ่มอาคารเจ็บป่วยของพนักงานโรงแรม จังหวัดสุราษฎร์ธานี พบว่า ห้องครัวเป็นแหล่งที่ก่อให้เกิดสิ่งปนเปื้อนในอากาศมากกว่าพื้นที่อื่น โดยปริมาณฝุ่นที่เข้าสู่ระบบทางเดินหายใจ ที่อุณหภูมิและความชื้นค่าเกินกว่า

มาตรฐาน ซึ่งจากการศึกษาครั้งนี้พบว่าแม่ครัวมีการสัมผัสฝุ่นละอองขนาดเล็กสูงกว่าตำแหน่งอื่นและรองลงมาคือผู้ช่วยแม่ครัวซึ่ง แตกต่างจากตำแหน่งอื่นๆ (พนักงานเสิร์ฟและแคชเชียร์) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จากผลการตรวจวัดปริมาณความเข้มข้นสาร PAHs ในพื้นที่ปฏิบัติงานร้านอาหาร 7 แห่งนี้ พบว่า ปริมาณความเข้มข้น เทียบกับค่ามาตรฐานตามคำแนะนำของ ACGIH กำหนดไว้ที่ไม่เกิน 0.2 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ค่ามาตรฐานแนะนำของหน่วยงาน NIOSH กำหนดไว้ที่ไม่เกิน 0.1 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และค่ามาตรฐานแนะนำของ OSHA กำหนดไว้ที่ไม่เกิน 0.2 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร สอดคล้องกับผลการศึกษาที่ผ่านมาที่ พบว่า ปริมาณสาร PAHs ในบรรยากาศการทำงานไม่เกินมาตรฐานที่กำหนด ซึ่งพบว่าต่ำกว่าความเข้มข้นของ PAHs ที่มีการตรวจพบสูงที่สุดที่แผงขายของทอดของประเทศไทยมาเลเซีย (min-max: 245.3 - 3,609.0 ng m⁻³) แต่สูงกว่าการรายงานที่ แผงขายอาหารประเภทผัดของประเทศจีน (min-max: 141.0 - 201.6 ng m⁻³) และแผงขายอาหารต้มประเทศอินเดีย (37.9-186.9 ng m⁻³) ซึ่งความแตกต่างของระดับมลพิษฝุ่นละอองในแผงลอยทั้งสามแห่งนี้อาจเป็นผลมาจากวิธีการปรุงอาหารที่แตกต่างกัน โดยพบว่าทอดไม่ว่าจะเป็นการทอดที่แผงขายของมาเลเซียหรือการผัดที่แผงขายของจีนทำให้มี PAHs มี น้ำ หนัก โม เล กูล สูง ขึ้น เช่น benzo[b]fluoranthene, indeno[1,2,3-cd]pyrene และ benzo[g,h,i]perylene ในขณะที่การปรุงอาหารที่อุณหภูมิต่ำ เช่น การแกว่งต้มที่แผงขายของอินเดียจะมีความเข้มข้นของ PAHs ต่ำกว่า²¹

และรายงานการตรวจพบ PAHs 12 ตัวในไอเสียจากการหุงต้ม คือ ฟิแนนทรีน ($2,100 \text{ ng/m}^3$) ฟลูออรีน (630 ng/m^3) และแอนทราซีน (200 ng/m^3) ที่ความเข้มข้นสูงสุดพบอัตราการสัมผัสของผู้ปรุงอาหารต่อ PAHs จากก๊าซไอเสียจากการปรุงอาหารโดยประมาณ $7.2\text{--}72 \text{ ng-BaP}_{\text{eq}} \text{ kg}^{-1} \text{ วัน}^{-1}$ (เทียบเท่าความเป็นพิษของ benzo[a]pyrene) ซึ่งเทียบได้กับการกินอาหารปรุงสุก ($54 \text{ ng-BaP}_{\text{eq}} \text{ kg}^{-1} \text{ วัน}^{-1}$)²² นอกจากนั้นความเข้มข้นเฉลี่ยของ PAHs ในห้องครัว การสัมผัสสาร benzo[a]pyrene สูงถึง $200 \pm 160 \text{ ng/m}^3$ ในฤดูหนาวสำหรับแม่บ้านที่ทำอาหารเทียบกับกลุ่มเปรียบเทียบที่พบเพียง $59 \pm 37 \text{ ng/m}^3$ ²³ การที่พบความเข้มข้นของ PAHs ก่อนข้างสูงจากการตรวจวัดที่ระดับทางเดินหายใจ (Breathing zone) ในพื้นที่โดยรอบขณะที่ปรุงอาหารกรณีแผงขายประเทศอินเดีย อธิบายได้ว่าความเข้มข้นสูงกว่ากรณีมีการเผาไหม้ที่ใช้เชื้อเพลิงชีวมวล และจะพบต่ำกว่าเมื่อใช้เชื้อเพลิงเป็น LPG หรือกรณีไม่มีการปรุงอาหาร นอกจากนั้นฤดูหนาว จะพบความเข้มข้น benzo[a]pyrene สูงที่สุดคือมากกว่า 1.5 g/m^3 ของผลการตรวจวัดที่ระดับทางเดินหายใจ²⁴

ความเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็งจากการสัมผัสสาร PAHs

จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าสาร PAHs ที่พบในครัวเรือนมีโมเลกุลต่ำ (2 และ 3 วงแหวนเบนซีน) ส่วนใหญ่อยู่ในรูปก๊าซหรือไอระเหยหรือควัน ในขณะที่ PAHs ที่มีโมเลกุลสูง (มากกว่า 4 วงแหวนเบนซีน) อยู่ในรูปอนุภาคร้อยละ 95 ที่ส่งผลต่อการเกิดมะเร็งจากการสัมผัสสาร benzo[a]pyrene สูงกว่าระดับที่ยอมรับได้ที่

($>1 \times 10^{-6}$)²⁵ ในการศึกษาที่ผลประเมินความเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็งใช้ปริมาณสาร benzo[a]pyrene จากการตรวจวัดแบบพื้นที่ของห้องครัวอาหารและวิเคราะห์จากอนุภาคฝุ่นละออง และพบว่าพนักงานทุกคนมีความเสี่ยงอยู่ระดับที่ยอมรับได้ ($<2.5 \times 10^{-6}$) ซึ่งไม่สอดคล้องกับการศึกษาที่ผ่านมา ที่พบว่าการสัมผัส PAHs บริเวณแผงขายอาหารที่พบว่าส่วนใหญ่พบอยู่ในสถานะก๊าซ ไอเสียหรือควัน (ร้อยละ 97) และที่เหลื้อมาจากสถานะอนุภาค PAHs (ร้อยละ 3)²⁶ ส่งผลต่อความเสี่ยงของการเกิดมะเร็ง (ELCR) ของผู้ปรุงอาหารอยู่ในระดับที่สูงกว่ายอมรับได้ ($>10^{-6}$ ถึง 10^{-4}) กำหนดอ้างอิงโดยองค์กร US.EPA และจากผลการประเมินความเสี่ยงต่อการสัมผัส PAHs กรณีไอเสียหรือควันขณะปรุงอาหารภายในอาคาร มีความเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็งสูงกว่ายอมรับได้ (2.1×10^{-6} ถึง 2.1×10^{-5})²² โดยปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อระดับความเข้มข้นของสาร PAHs ดังที่กล่าวไปนั้นคือ วิธีการหรือขั้นตอนประกอบอาหารวัตถุดิบที่ใช้ในการประกอบอาหาร และเชื้อเพลิงที่ใช้²⁷ อย่างไรก็ตามความเสี่ยงที่ต่ำอาจเกิดจากการศึกษานี้มีข้อจำกัดของตรวจวัดสาร PAHs ในอากาศที่เป็นแบบไม่ติดตัวบุคคลตามตำแหน่งงานและใช้ผลการประเมินจากการวิเคราะห์ที่ใช้อนุภาคเป็นพาหะซึ่งแตกต่างจากการศึกษาที่กล่าวมาข้างต้น จึงส่งผลให้มีความเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็งอยู่ในระดับที่ยอมรับได้

นอกจากนั้นผลประเมินความเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็งจากการรับสัมผัสสาร PAHs ผ่านทางการหายใจนี้เป็นการประเมินการสัมผัสของการศึกษานี้ใช้ระยะเวลาจากอายุงานปัจจุบัน และจำนวนชั่วโมงการสัมผัสที่กำหนดขึ้นตามความถี่

ของการปรุงอาหารในแต่ละวันที่เป็นขนาดธุรกิจของสนามกอล์ฟและเขื่อนท่องเที่ยวซึ่งมีลูกค้ามาด้วยความถี่ไม่สูงเหมือนร้านอาหารทั่วไป ดังนั้นจึงควรมีการดำเนินการประเมินการรับสัมผัสทางการหายใจแบบติดตัวบุคคล และใช้ระยะเวลาคาดการณ์จำนวนปีที่สัมผัสตามอายุการทำงานจริงคือ 25 ปี ต่อไป เพราะมีการศึกษาวิจัยที่แสดงให้เห็นว่าคนงานในครัวร้านอาหารฟาสต์ฟู้ดแบบตะวันตก และห้องครัวในร้านอาหารจีนมีแนวโน้มที่จะมีความเข้มข้นของมลพิษจากการวัดแบบติดตัวบุคคลต่ำกว่าเมื่อเทียบกับคนงานในรถเข็นขายอาหารข้างทาง ความเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็งจากการทำงานทั้งสามแห่ง จากต่ำสุดไปสูงสุดคือ สำหรับห้องครัวร้านอาหารฟาสต์ฟู้ดแบบตะวันตก $1.36 (1.12-1.67) \times 10^{-5}$ ในห้องครัวร้านอาหารจีน $1.52 (1.01-2.28) \times 10^{-5}$ และรถเข็นขายอาหารข้างทาง คือ $3.14 (2.45-4.01) \times 10^{-5}$ ความเสี่ยงมะเร็งปกร้อยละ 74.9 – ร้อยละ 99.7 ในพนักงานรถเข็นอาหารข้างทาง เนื่องมาจากไม่มีระบบระบายอากาศไอเสียที่มีประสิทธิภาพ ดังนั้นความเสี่ยงต่อโรคมะเร็งจึงมีสูงกว่าคนงานในครัวร้านอาหารฟาสต์ฟู้ดแบบตะวันตก และครัวร้านอาหารจีน อย่างมีนัยสำคัญ²⁸ ซึ่งสรุปได้ว่าปัจจัยของความถี่ ระยะเวลาสัมผัส ชนิดการประกอบอาหารหรือเชื้อเพลิง และการจัดการระบบระบายอากาศในบริเวณการปรุงอาหาร ส่งผลต่อความเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็งของพนักงานได้

ดังนั้น เพื่อให้เกิดความปลอดภัยกับผู้ปฏิบัติงานในห้องครัว ผู้ปฏิบัติงานควรมีความรู้ตระหนักถึงอันตรายจากการรับสัมผัสสาร PAHs โดยการใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลระหว่างปฏิบัติงาน และหน่วยงานควรให้ความรู้

เรื่องอันตรายจากการสูดดมหรือรับสัมผัสฝุ่นควันจากการประกอบอาหาร รวมทั้งจัดหาอุปกรณ์ป้องกันระบบทางเดินหายใจให้กับผู้ปฏิบัติงานที่เหมาะสม กำหนดให้มีกฎระเบียบด้านความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน การจัดทำระบบดูดอากาศไอเสียในห้องครัว ห้องอาหาร และให้ตรวจสอบระบบระบายอากาศให้ใช้งานต่อเนื่องเพื่อลดความเสี่ยงต่อสุขภาพของผู้ปฏิบัติงาน นอกจากนี้อาศัยหลักการประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพจากการรับสัมผัส PAHs โดยใช้เมตริกความเสี่ยงทางอาชีวอนามัยและความปลอดภัยติดตามเฝ้าระวังอาการผิดปกติทางระบบทางเดินหายใจ และระดับสัมผัสจากการประเมินความเข้มข้นของฝุ่นและสาร PAHs เป็นประจำตามตำแหน่งงาน ทำให้สามารถติดตามผู้ปฏิบัติงานกรณีมีความเสี่ยงจากการรับสัมผัส PAHs ว่าอยู่ในระดับที่ต้องดำเนินการใดๆ หรือไม่ได้อีกต่อไปเนื่องจากขึ้นกับปริมาณความเข้มข้นสาร PAHs ที่ตรวจวัดได้ ความถี่ของการสัมผัส และอาการของพนักงานในการศึกษานี้พบว่าพนักงานบางส่วนมีอาการผิดปกติรุนแรงระดับปานกลางถึงแม้ว่าความเสี่ยงจะอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ก็ตาม เพื่อสามารถใช้ในการวางแผนตรวจติดตามสภาพแวดล้อมการทำงาน และการเฝ้าระวังด้านสุขภาพพนักงานตามตำแหน่งงาน โดยเฉพาะแม่ครัวและผู้ช่วยแม่ครัวเนื่องจากมีโอกาสในการสัมผัสฝุ่นละอองและควัน หรือไอระเหยจากการเผาไหม้ จากการประกอบอาหารได้มากกว่าตำแหน่งงานอื่นๆ

สรุป

การประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพจากการ

รับสัมผัสสาร PAHs ทั้งโดยใช้เมตริกความเสี่ยงทางสุขภาพที่คำนึงถึงตำแหน่งงานที่มีโอกาสสัมผัสแตกต่างกันเมื่อพิจารณาการรับสัมผัสสาร PAHs และระดับความรุนแรงของประวัติอาการผิดปกติ พบว่า ผู้ปฏิบัติงานในร้านอาหารทุกคนและทุกตำแหน่งงานมีความเสี่ยงจากการรับสัมผัส PAHs อยู่ในระดับที่ยอมรับได้ สอดคล้องกับการประเมินความเสี่ยงกรณีการเกิดมะเร็งซึ่งพิจารณาตามอายุการทำงาน ชั่วโมงการสัมผัส อยู่ในระดับที่ยอมรับได้ แต่พบที่มีความแตกต่างระหว่างตำแหน่งงานอย่างมีนัยสำคัญโดยเฉพาะตำแหน่งแม่ครัวและผู้ช่วยแม่ครัว อย่างไรก็ตามเนื่องจากงานวิจัยนี้มีข้อกีดของการศึกษา คือ การเก็บตัวอย่างอากาศแบบตัวแทนใช้ตัวอย่างจากในพื้นที่ครัวเท่านั้น ไม่ได้เก็บตัวอย่างแบบติดตามบุคคล และยังไม่มีการวิเคราะห์ตัวอย่างในส่วนของไอละอองหรือควันเนื่องจากข้อจำกัดด้านงบประมาณ รวมทั้งไม่ได้เก็บตัวอย่างทางชีวภาพเพื่อป้องกันการสัมผัสสารเข้าสู่ร่างกายเพื่อยืนยัน และการรายงานของพนักงานเองไม่ได้มาจากการตรวจโดยแพทย์ จึงมีข้อเสนอแนะจากผลการศึกษาดังนี้

1. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป คือ ดำเนินการตรวจวัดปริมาณความเข้มข้นสารแบบติดตามบุคคล ทั้งรวมฝุ่นละอองที่ไม่เกิน 2.5 ไมครอน (PM_{2.5}) และใช้ผลวิเคราะห์สาร PAHs จากสถานะไอละอองหรือควันจากหลอดดูดซับที่เก็บตัวอย่าง ของพนักงานที่ปฏิบัติงานประจำ คือ แม่ครัว หรือตัวแทนตามตำแหน่งการทำงาน ตลอดระยะเวลาปฏิบัติงาน

2. ควรให้มีการเฝ้าระวังติดตามสุขภาพ โดยให้มีการตรวจสุขภาพประจำปี ของ

ผู้ปฏิบัติงานที่ปฏิบัติงานในห้องครัวที่สัมผัส ฝุ่นละออง เหมม่า ควันหรือไอระเหยของน้ำมันจากการทอด ปิ้งหรือย่าง และตรวจวัดสารบ่งชี้ทางชีวภาพ 1-hydroxypyrene (1-OHP) ในปัสสาวะ เป็นต้น

3. ควรมีการอบรมให้ความรู้และสร้างความตระหนักถึงอันตรายจากสารมลพิษทางอากาศภายในห้องครัว เช่น สาร PAHs ผู้ปฏิบัติงานที่ต้องมีความถี่สูงต่อการสัมผัสฝุ่น ควัน ไอระเหยน้ำมันจากการประกอบอาหาร เพื่อความตระหนักในอันตรายและการป้องกันตนเอง โดยเลือกสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลที่เหมาะสม เช่น ผ้าปิดจมูก หน้ากาก P95 ทุกครั้ง เพื่อป้องกันการสัมผัสสารมลพิษที่ถูกปลดปล่อยจากกระบวนการประกอบอาหาร และตรวจสอบการทำงานของระบบดูดและระบายอากาศให้ทำงานปกติหรือมีการใช้งานขณะปรุงอาหาร

กิตติกรรมประกาศ

จริยธรรมในการวิจัยของงานวิจัยนี้ได้รับอนุมัติแบบยกเว้น จากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์มหาวิทยาลัยขอนแก่น ตามเลขที่โครงการ HE 612022 โดยยึดหลักเกณฑ์ตามคำประกาศเฮลซิงกิ (Declaration of Helsinki) และแนวทางการปฏิบัติการวิจัยทางคลินิกที่ดี (ICH GCP)

ผลประโยชน์ทับซ้อน

ผู้วิจัยขอยืนยันไม่มีผลประโยชน์ทับซ้อนใดๆ

เอกสารอ้างอิง

1. The Centers for Disease Control and Prevention (CDC). *Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs)*. Available at <https://www.epa.gov/north-birmingham-project/polycyclic-aromatic-hydrocarbons-pahs-fact-sheet>, accessed January 1, 2018.
2. World health organization (WHO). *Risk factors for chronic respiratory diseases*. Available at <http://www.who.int/gard/publications/Risk%20factors.pdf>, accessed January 1, 2018.
3. United States Environmental Protection Agency. *Toxicological review of benzo[a]pyrene*. Available at https://cfpub.epa.gov/ncea/iris/iris_documents/documents/toxreviews/0136tr.pdf, accessed January 1, 2020.
4. Abdel-Shafy HI, Mansour MSM. A review on polycyclic aromatic hydrocarbons: Source, environmental impact, effect on human health and remediation. *Egypt J Petroleum* 2016; 25(1): 107-23.
5. Straif K, Baan R, Grosse Y, *et al.* Carcinogenicity of household solid fuel combustion and high-temperature frying. *Lancet Oncol* 2006; 7(12): 977-78.
6. Zhang Q, Gangupomu RH, Ramirez D, *et al.* Measurement of ultrafine particles and other air pollutants emitted by cooking activities. *Inter J Environ Res Publ Health* 2010; 7(4): 1744–59.
7. Goel A, Ola D, Veetil AV. Burden of disease for workers attributable to exposure through inhalation of PPAHs in RSPM from cooking fumes. *Environ Sci Pollut Res* 2019; 26(9): 8885–94.
8. อารุณ เกตุสาคร, นรุตม์ สหณวิน. ความสัมพันธ์ระหว่างสารโพลีไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอนและ PM10 กับปัจจัยด้านสภาพแวดล้อม: กรณีศึกษาในสถานประกอบการพิธีกรรมทางศาสนาในจังหวัดปทุมธานี. *วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ* 2560; 27(3): 493–500.
9. Navasumrit P, Arayasiri M, Hiang OMT, *et al.* Potential health effects of exposure to carcinogenic compounds in incense smoke in temple workers. *Chem-Biol Interac* 2008; 173(1): 19–31.
10. ณัฐชัย ภาณุโสภณ, พรพิมล กองทิพย์, วิทยา อยู่สุข, และคณะ. การประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพของพนักงานที่สัมผัสกับ โพลีไซคลิก อะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน ในโรงงานหลอมกระป๋อง. *งานประชุมวิชาการระดับชาติมหาวิทยาลัยรังสิต*; 29 เมษายน 2559: 134–9. doi: 10.14458/RSU.res.2016.89.
11. Ruchirawat M, Settachan D, Navasumrit P, *et al.* Assessment of potential cancer risk in children exposed to urban air pollution in Bangkok, Thailand. *Toxicol Lett* 2007; 168(3): 200–9.
12. National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH). *Polynuclear aromatic hydrocarbons by GC*. Available at <https://www.cdc.gov/niosh/docs/2003-154/method-cas2.html>, accessed January 1, 2019.
13. Chaiklieng S, Pimpasaeng C, Thapphasaraphong S. Benzene exposure at gasoline stations - health risk assessment. *Hum Ecol Risk Assess* 2015; 21(8): 2213-22.
14. US. Environmental Protection Agency. Risk assessment guidance for superfund volume I:

- Human health evaluation manual (Part F, supplemental guidance for inhalation risk assessment), final, Washington, D.C., 2009. Available at https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-09/documents/partf_2009_01_final.pdf, accessed Jan 17, 2018.
15. ACGIH. TLVs and BEIs. Based on the documentation of the threshold limit values for chemical substances and physical agents and biological exposure indices. ACGIH: Cincinnati, OH, USA, 2019.
 16. Feng S, Shen X, Hao X, *et al.* Polycyclic and nitro-polycyclic aromatic hydrocarbon pollution characteristics and carcinogenic risk assessment of indoor kitchen air during cooking periods in rural households in North China. *Environ Sci Pollut Res Int.* 2021; 28(9):11498-508.
 17. Bortey-Sam N, Ikenaka Y, Akoto O, *et al.* Oxidative stress and respiratory symptoms due to human exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in Kumasi, Ghana. *Environ Pollut.* 2017; 228: 311–20.
 18. ราชกิจจานุเบกษา. กฎกระทรวงกำหนดมาตรฐานในการบริหารจัดการและดำเนินการด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัยและสภาพแวดล้อมในการทำงานเกี่ยวกับความร้อน แสงสว่าง และเสียง พ.ศ. 2559, เล่ม 133 ตอนที่ 91 ก (2559).
 19. Singapore Standard SS 554. Code of Practice for Indoor Air Quality for air-conditioned buildings. Singapore: SPRING Singapore, 2009.
 20. มธุรส ประสมวงศ์, วันอัสมิน โส, ธิดารัตน์ บุญช่วย และคณะ. คุณภาพอากาศภายในอาคารโรงแรมและกลุ่มอาคารเจ็บบ่วยของพนักงานโรงแรม จังหวัดสุราษฎร์ธานี. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี* 2561; 20(3): 64-73.
 21. Wei See S, Karthikeyan S, Balasubramanian R. Health risk assessment of occupational exposure to particulate-phase polycyclic aromatic hydrocarbons associated with Chinese Malay and Indian cooking. *J Environmental Monitoring* 2006; 8(3): 369.
 22. Masuda M, Wang Q, Tokumura M, *et al.* Risk assessment of polycyclic aromatic hydrocarbons and their chlorinated derivatives produced during cooking and released in the exhaust gas. *Ecotox Environ Saf* 2020; 197: 110592.
 23. Ding J, Zhong J, Yang Y, *et al.* Occurrence and exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons and their derivatives in a rural Chinese home through biomass fuelled cooking. *Environmental Pollution, Interactions between Indoor and Outdoor Air Pollution - Trends and Scientific Challenges* 2012; 169: 160-6.
 24. Bhargava A, Khanna RN, Bhargava SK, *et al.* Exposure risk to carcinogenic PAHs in indoor-air during biomass combustion whilst cooking in rural India. *Atmos Environ* 2004; 38(28): 4761–7.
 25. Yu K-P, Yang KR, Chen YC, *et al.* Indoor air pollution from gas cooking in five Taiwanese families. *Build Environ.* 2015; 93: 258–66.
 26. Zhao P, Yu K-P, Lin C-C. Risk assessment of inhalation exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons in Taiwanese workers at night markets. *Inter Arch Occup Environ Health* 2010; 84(3): 231-7.
 27. Kim K-H, Pandey S, Kabir E, *et al.* The modern paradox of unregulated cooking activities and indoor air quality. *J Hazardous Material* 2011;

- 195: 10p. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2011.08.037>.
28. Wu M-T, Lin P-C, Pan C-H, *et al.* Risk assessment of personal exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons and aldehydes in three commercial cooking workplaces. *Sci Rep* 2019; 9(1): 1661.