นิพนธ์ต้นฉบับ ▪ Original Article

การประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพจากการสัมผัสฝุ่นละอองขนาดเล็กทางการหายใจของพนักงานในโรงงานสีข้าวแห่งหนึ่งในจังหวัดกำแพงเพชร

ทัศน์พงษ์ ตันติปัญจพร*, ณัฐกานต์ ศรีสกุลเตียว , เบญจมาศ สุคันโท
สาขาวิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

Health Risk Assessment of Inhalation Exposure to Respirable Dust among Workers in a Rice Mill in Kamphaeng Phet Province

Tadpong Tantipanjaporn*, Nattakan Srisakultiew, Benjamas Sukhantho
Division of Occupational Health and Safety, Faculty of Public Health, Naresuan University

หลักการและวัตถุประสงค์: ฝุ่นละอองเป็นปัญหาหลักต่อสุขภาพของพนักงาน โดยเฉพาะอย่างยิ่งฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ซึ่งสามารถเข้าถึงทางเดินหายใจส่วนปลายได้ การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพจากการสัมผัสฝุ่นละอองขนาดเล็กทางการหายใจ และศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อความเสี่ยงต่อสุขภาพของพนักงานในโรงงานสีข้าวแห่งหนึ่งในจังหวัดกำแพงเพชร

วิธีการศึกษา: เก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 44 ราย ประกอบด้วย 2 ส่วน ได้แก่ 1) การเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองขนาดเล็กที่ระดับการหายใจตลอดระยะเวลาการทำงานและวิเคราะห์หาปริมาณฝุ่นด้วยวิธีการชั่งน้ำหนักตามวิธีการมาตรฐาน NIOSH Manual of Analytical Method Number 0600 และ 2) การเก็บรวบรวมข้อมูลส่วนบุคคลและข้อมูลการทำงานโดยใช้แบบสอบถาม จากนั้นนำข้อมูลมาประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพตามแนวทางของ United States Environmental Protection Agency (U.S. EPA) และวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อความเสี่ยงต่อสุขภาพโดยใช้การวิเคราะห์การถดถอยอย่างง่าย (simple regression analysis)

ผลการศึกษา: ผลการศึกษาพบว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นเพศชาย (ร้อยละ 65.9) การสัมผัสฝุ่นละอองขนาดเล็กทางการหายใจเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการทำงานของกลุ่มตัวอย่าง เท่ากับ 0.0788 ± 0.0623 mg/m^3 ผลการประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพจากการสัมผัสฝุ่นละอองขนาดเล็กกรณีผลกระทบที่ไม่ใช่การเกิดมะเร็ง พบว่า ค่าเฉลี่ยสัดส่วนความเสี่ยงเท่ากับ 0.56 ± 0.42 ส่วนใหญ่ร้อยละ 90.91 มีสัดส่วนความเสี่ยงอยู่ในระดับต่ำ ขณะที่การสัมผัสฝุ่นขนาดเล็ก ($p<0.001$) และประสบการณ์การทำงาน ($p=0.032$) ส่งผลต่อค่าสัดส่วนความเสี่ยงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

สรุป: ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าจำเป็นต้องดำเนินการจัดการความเสี่ยงเพื่อลดและควบคุมความเสี่ยงให้อยู่ในระดับที่ยอมรับได้ เช่น ลดการสัมผัสฝุ่นละอองขนาดเล็กโดยเฉพาะกลุ่ม

Background and Objective: Dust represents a significant occupational problem among rice mill workers, especially respirable dust of aerodynamic diameter ≤10 μm. It can penetrate into the lower part of respiratory system. The objective of this study was to determine the health risk assessment of inhalation exposure to respirable dust among workers in a rice mill in Kamphaeng Phet province. Moreover, factors affecting health risk were examined.

Methods: Data were collected from 44 workers of a rice mill in Kamphaeng Phet Province. Collected data were divided into 2 parts: 1) Inhalation exposure to respirable dust was collected in breathing zone of the workers via personal sampling technique for a full period of work and analyzed by gravimetric method, in accordance to NIOSH Manual of Analytical Method number 0600; 2) Personal characteristics and working characteristics were collected using questionnaire. All of data were assessed health risk according to United States Environmental Protection Agency (U.S. EPA). Simple regression analysis was used to analyze the factors affecting health risk.

Results: The results showed that most workers were female (65.9%). Their average respirable dust exposure within the breathing zone was 0.0788 ± 0.0623 mg/m^3. The results of health risk assessment of inhalation exposure to respirable dust in terms of non-cancer effect indicated that the average hazard quotient was 0.56 ± 0.42. Furthermore, 90.91% of workers had hazard quotient in low level. This study found that 2 factors had a significant effect on hazard quotient i.e.,

*Corresponding author : Tadpong Tantipanjaporn, Division of Occupational Health and Safety, Faculty of Public Health, Naresuan University. E-mail: tadpongt@nu.ac.th

พนักงานที่มีประสบการณ์

คำสำคัญ: การประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพ, ฝุ่นละอองขนาดเล็ก, ปัจจัยที่ส่งผล, พนักงานโรงงานสีข้าว

respirable dust exposure (p< 0.001) and working experience (p=0.032).

Conclusion: The finding revealed that a risk management program is necessary in order to reduce and control the risks to an acceptable risk for instance, decreasing the respirable dust exposure, especially in the experienced workers.

Keywords: Health risk assessment, Respirable dust, Affecting factor, Rice mill worker

ศรีนครินทร์เวชสาร 2562; 34(5): 482-489. ● Srinagarind Med J 2019; 34(5): 482-489.

บทนำ

ข้าวเป็นพืชที่สำคัญของประเทศไทยทั้งด้านวัฒนธรรม สังคม หรือเศรษฐกิจ การเพาะปลูกข้าวกระจายอยู่ทั่วทุกภาคของประเทศ เช่นเดียวกับโรงสีข้าวที่มีอยู่ทุกภาคเพื่อรองรับข้าวจากการเพาะปลูก[1] กระบวนการแปรรูปของโรงสีข้าวส่วนใหญ่ใช้เครื่องจักรกล โดยแต่ละขั้นตอนจำเป็นต้องมีพนักงานควบคุมเพื่อให้ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ จากการรวบรวมข้อมูลจากผู้บริหารและพนักงานได้ระบุถึงปัญหาที่เกิดจากกระบวนการผลิต คือ ฝุ่นในบรรยากาศการทำงานจากกระบวนการแปรรูปที่พบได้ทั่วบริเวณโรงงาน ซึ่งสามารถส่งผลต่อสมรรถภาพปอดของพนักงานเมื่อมีการสัมผัสฝุ่นซ้ำๆ อย่างต่อเนื่อง[2]

ฝุ่นที่เกิดขึ้นในโรงสีข้าวมีทั้งสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ เช่น ฝุ่นรำข้าว ฝุ่นดิน เชื้อรา แบคทีเรีย และเอนโดทอกซิน (Endotoxin) เป็นต้น[3] เมื่อพิจารณาตามขนาดและการสะสมของระบบทางเดินหายใจ ฝุ่นสามารถแบ่งออกเป็น 3 ชนิด ได้แก่ 1) ฝุ่นที่สามารถหายใจเข้าไปได้ (Inhalable dust) 2) ฝุ่นที่ผ่านทางเดินหายใจส่วนต้นและเข้ามาสะสมที่ทางเดินหายใจส่วนกลาง (Thoracic particulate matter) และ 3) ฝุ่นขนาดเล็กที่เข้าไปแขนงปอดและถุงลม (Respirable dust)[4] โดยการศึกษาครั้งนี้มุ่งเน้นที่จะศึกษาฝุ่นขนาดเล็กที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กกว่า 10 ไมครอน และมีอันตรายต่อระบบทางเดินหายใจส่วนปลาย

เมื่อพนักงานสัมผัสฝุ่นในโรงงานสีข้าวดังกล่าวจะสามารถก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพได้หลายระบบ เช่น ระบบหัวใจและหลอดเลือด (กล้ามเนื้อหัวใจขาดเลือด หัวใจเต้นไม่สม่ำเสมอ หัวใจวาย) ระบบตา ระบบผิวหนัง และระบบทางเดินหายใจ (การไอและอาการของระบบทางเดินหายใจส่วนล่าง) ทำให้อัตราป่วยและอัตราตายด้วยโรคระบบทางเดินหายใจ และระบบหัวใจและหลอดเลือดเพิ่มขึ้น โดยอัตราดังกล่าวจะเพิ่มขึ้นตามปริมาณความเข้มข้นของฝุ่นในอากาศ[5] หลายการศึกษา พบว่า พนักงานในโรงงานสีข้าวมีความชุกของอาการระบบทางเดินหายใจสูง เช่น มีเสมหะ หายใจลำบาก แน่นหน้าอก ไอ และระคายเคืองจมูก เป็นต้น[6,7] นอกจากนี้ยังมีการศึกษาพบว่าปริมาณฝุ่นมีความสัมพันธ์เชิงลบกับค่าสัดส่วนระหว่างค่าปริมาตรของอากาศที่เป่าออกมาได้ในวินาทีที่ 1 ต่อปริมาตรของอากาศที่เป่าออกมาได้มากที่สุดอย่างเร็วแรง (FEV1/FVC) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ[6,7] ขณะที่บางการศึกษาพบว่าสมรรถภาพปอดของพนักงานโรงงานสีข้าวต่ำกว่ากลุ่มประชาชนทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ[8] นั่นแสดงให้เห็นถึงการสัมผัสฝุ่นส่งผลโดยตรงต่อสมรรถภาพปอด ยิ่งไปกว่านั้นมีการศึกษา พบว่า พนักงานโรงงานสีข้าวมีค่าเฉลี่ยการสัมผัสฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน เท่ากับ 8.22 ± 1.54 mg/m^3 โดยบริเวณผสมข้าวมีค่าเฉลี่ยสูงสุด (10.73 ± 1.34 mg/m^3)[9] การสัมผัสดังกล่าวนั้นเกินเกณฑ์มาตรฐานของหน่วยงาน Occupational Safety and Health Administration (OSHA)[10] และ American Conference of Governmental Industrial Hygienist (ACGIH)[11] ซึ่งกำหนดไว้ที่ 5 และ 3 mg/m^3 ตามลำดับ

ด้วยศักยภาพความเป็นอันตรายที่ร้ายแรงของฝุ่นละอองขนาดเล็กและพนักงานมีโอกาสสัมผัสสะสมในร่างกายได้อย่างต่อเนื่อง ผู้วิจัยจึงมีวัตถุประสงค์ที่จะศึกษาการประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพจากการสัมผัสฝุ่นละอองขนาดเล็กในการทำงานของพนักงานในโรงงานสีข้าวแห่งหนึ่งในจังหวัดกำแพงเพชรโดยมุ่งเน้นเฉพาะการสัมผัสทางการหายใจ และด้วยข้อจำกัดของข้อมูลที่ใช้ในการประเมินในปัจจุบัน จึงอธิบายลักษณะของความเสี่ยงในกรณีผลกระทบต่อสุขภาพที่ไม่ใช่การเกิดมะเร็ง (Non-cancer effects) เท่านั้น นอกจากนี้ผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อความเสี่ยงต่อสุขภาพของพนักงานในโรงงานสีข้าวด้วย

วิธีการศึกษา

การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาเชิงพรรณนาแบบภาคตัดขวาง (Cross-sectional survey study) ประชากร คือ พนักงานทั้งหมดในโรงงานสีข้าวแห่งหนึ่งในจังหวัดกำแพงเพชร ซึ่งเป็นโรงสีข้าวขนาดใหญ่มีกำลังการผลิต 1,000 ตันต่อวัน จำนวนทั้งสิ้น 48 ราย ที่ได้ข้อมูลจากการขอความอนุเคราะห์จำนวนพนักงานจากโรงงาน ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มประชากรที่ผ่านเกณฑ์การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างเข้าร่วมการวิจัยทั้งหมดจำนวน 44 ราย ร้อยละ 91.67 ของจำนวนประชากรทั้งหมด โดยมีเกณฑ์คัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง คือ เป็นพนักงานระดับปฏิบัติการและมีประสบการณ์การทำงานไม่น้อยกว่า 1 ปี

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา ประกอบด้วย 3 ส่วน ได้แก่ การเก็บตัวอย่างและวิเคราะห์ปริมาณฝุ่นขนาดเล็ก แบบสอบถาม และการประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพจากการ

สัมผัสฝุ่นขนาดเล็ก ดังนี้

1) การเก็บและวิเคราะห์ตัวอย่างปริมาณฝุ่นขนาดเล็ก

วิธีการและการควบคุมคุณภาพสำหรับการเก็บและวิเคราะห์ตัวอย่างฝุ่นขนาดเล็กอ้างอิงตามวิธีการมาตรฐาน NIOSH Manual of Analytical Method number 0600[12] ดำเนินสอบเทียบเครื่องดูดอากาศ (Personal Air Sampling Pump) ยี่ห้อ SKC Cat No. 244-PCRX8 โดยใช้อัตราการดูดอากาศประมาณ 250 ml/min ด้วยเครื่องวัดอัตราการไหลอากาศทั้งก่อนและหลังการเก็บตัวอย่าง ดำเนินการเชื่อมต่อเครื่องดูดอากาศและชุดอุปกรณ์เก็บตัวอย่างซึ่งประกอบด้วยตลับกรองที่บรรจุกระดาษกรองชนิดโพลิไวนิลคลอไรด์ (Polyvinyl chloride, PVC) ยี่ห้อ SKC ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 37 mm ขนาดรูพรุน 5 µm ที่ผ่านการอบในตู้ดูดความชื้นเป็นเวลา 24 ชั่วโมง เชื่อมต่อกับไซโคลน (Cyclone) ชนิดอะลูมินัมเพื่อคัดแยกขนาดอนุภาค ดำเนินการเก็บตัวอย่างฝุ่นขนาดเล็กแบบติดตัวบุคคลที่ระดับหายใจ (Breathing zone) ของพนักงาน โดยเก็บตัวอย่างจำนวน 1 ตัวอย่างต่อเนื่องตลอดระยะเวลา 8 ชั่วโมงการทำงาน จากนั้นวิเคราะห์ด้วยวิธีการชั่งน้ำหนัก (Gravimetric method) โดยเครื่องชั่งทศนิยม 5 ตำแหน่ง

2) แบบสอบถาม

ข้อมูลส่วนบุคคลและข้อมูลการทำงาน เช่น เพศ อายุ ลักษณะการทำงาน และประสบการณ์ทำงาน เป็นต้น เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสอบถามที่ผ่านการตรวจสอบความตรงด้านเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด 3 ท่าน

3) การประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพจากการสัมผัสฝุ่นขนาดเล็ก

การประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ การชี้บ่งอันตราย การประเมินขนาดและการตอบสนองต่อสาร การประเมินการสัมผัส และการอธิบายลักษณะความเสี่ยง อ้างอิงตามวิธีการมาตรฐานของ United States Environmental Protection Agency (U.S. EPA)[13] โดยการศึกษาครั้งนี้ประเมินความเสี่ยงเฉพาะการสัมผัสทางการหายใจจากการทำงานและอธิบายความเสี่ยงในกรณีผลกระทบแบบไม่ใช่การเกิดมะเร็งเท่านั้น

3.1) การชี้บ่งอันตราย (Hazard Identification)

การชี้บ่งอันตราย ได้จากการรวบรวมข้อมูลเบื้องต้น การทบทวนวรรณกรรม ข้อมูลที่สำคัญ ได้แก่ ข้อมูลความเป็นพิษซึ่งมาจากหลายแหล่งทั้งการศึกษาในสัตว์ทดลองและการศึกษาทางระบาดวิทยา ข้อมูลผลกระทบต่อสุขภาพ ข้อมูลความถี่การสัมผัสสาร ข้อมูลเส้นทางการสัมผัส เป็นต้น[14] การศึกษาในครั้งนี้ได้บ่งชี้ความเป็นอันตรายของฝุ่นละออง ซึ่งเป็นปัจจัยคุกคามสุขภาพที่สำคัญในโรงงานสีข้าว เกิดจากกระบวนการทำงานทำให้เกิดอนุภาคฝุ่นที่มีขนาดแตกต่างกัน โดยเฉพาะฝุ่นละอองขนาดเล็ก เมื่อพิจารณาตามขนาดและการสะสมในระบบทางเดินหายใจ พบว่า มีศักยภาพความเป็นอันตรายที่ร้ายแรงกว่าฝุ่นละอองขนาดใหญ่ เนื่องจากว่าสามารถเข้าสู่แขนงปอดเล็กๆ และถุงลมได้[4] ซึ่งสามารถส่งผลกระทบต่อสุขภาพมนุษย์ทั้งต่อระบบหัวใจและหลอดเลือด ระบบตา ระบบผิวหนัง และโดยเฉพาะอย่างยิ่งระบบทางเดินหายใจที่สามารถทำให้สมรรถภาพปอดลดลง เกิดโรคปอด หลอดลมอักเสบ หอบหืด ถุงลมโป่งพอง และมีโอกาสติดเชื้อที่ระบบหายใจเพิ่มมากขึ้น[5-8,15]

3.2) การประเมินขนาดและการตอบสนองต่อสาร (Dose - Response Assessment)

การประเมินการตอบสนองต่อปริมาณสารเคมี แสดงถึงความสัมพันธ์เชิงปริมาณระหว่างขนาดสารที่ได้รับและขอบเขตการได้รับอันตรายหรือการเกิดโรคจากสารนั้น การประเมินการตอบสนองต่อปริมาณสารจะประเมินจากข้อมูลการศึกษาในสัตว์ทดลองหรือข้อมูลทางการศึกษาทางระบาดวิทยาในกลุ่มคนที่ได้สัมผัสปัจจัยเสี่ยง ซึ่งจะนำมาแสดงความสัมพันธ์บนกราฟได้เป็น Dose response curve โดยการประเมินความเสี่ยงต้องการข้อมูลนี้เพื่อนำไปหาความเข้มข้นของสารเคมีที่คนได้รับแล้วไม่เกิดผลต่อสุขภาพ สำหรับการประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพ ผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อคนสามารถแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ ผลที่ไม่ใช่การเกิดมะเร็งและผลของการเกิดมะเร็ง[14] โดยการศึกษาในครั้งนี้มุ่งเน้นเฉพาะผลที่ไม่ใช่การเกิดมะเร็งจากการสัมผัสสารเข้าสู่ร่างกายทางการหายใจเท่านั้น ซึ่งตัวบ่งชี้ความเป็นพิษแสดงในเชิงปริมาณของขนาดสารที่ได้รับและไม่มีความเสี่ยงต่อสุขภาพเรียกว่า Reference concentration (RfC) ใช้กับการได้รับสารที่ผลกระทบไม่ใช่การก่อมะเร็งเข้าสู่ร่างกายทางการหายใจ สำหรับ RfC ของฝุ่นละอองขนาดเล็ก มีค่าเท่ากับ 0.011 mg/kg-day[16]

3.3)การประเมินการสัมผัส (Exposure Assessment)

การประเมินการสัมผัสเป็นกระบวนการวัดขนาด ความถี่และช่วงเวลาที่คนได้รับสัมผัสสารในสิ่งแวดล้อมหรือการประมาณการสัมผัสในอนาคต[14] การคำนวณความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กจากการสัมผัสทางการหายใจ ดังสมการที่ 1[17] และใช้ค่าอ้างอิงของตัวแปรตามตารางที่ 1

$$CDI = \frac{C \times IR \times ET \times EF \times ED}{BW \times AT} \quad \text{..... (1)}$$

เมื่อ CDI = (Chronic daily Intake) ปริมาณการสัมผัสฝุ่นละอองขนาดเล็ก (mg/kg-day)

C = ความเข้มข้นเฉลี่ยของฝุ่นขนาดเล็ก (mg/m^3)
IR = อัตราการหายใจ (m^3/hr)
ET = เวลาในการสัมผัส (hrs/day)
EF = ความถี่ของการสัมผัส (days/year)
ED = ระยะเวลาที่สัมผัส (years)
BW = น้ำหนักของร่างกาย (kg)
AT = ระยะเวลาที่สารส่งผลต่อสุขภาพเฉลี่ย (days)

3.4) การอธิบายลักษณะความเสี่ยง (Risk Characterization)

การอธิบายลักษณะความเสี่ยงเป็นขั้นตอนสุดท้ายของการประเมินความเสี่ยง การศึกษาครั้งนี้จะอธิบายลักษณะความ

เสี่ยงเฉพาะผลที่ไม่ใช่การเกิดมะเร็งดังสมการที่ 2[17]

$$\text{Hazard Quotient (HQ)} = \frac{\text{CDI (mg/kg-day)}}{\text{RfC (mg/kg-day)}} \quad \text{..... (2)}$$

เมื่อ HQ = ค่าสัดส่วนความเสี่ยง
CDI = ปริมาณการสัมผัสฝุ่นละอองขนาดเล็ก (mg/kg-day)
RfC = ค่ามาตรฐานกำหนด (mg/kg/day)

การอธิบายลักษณะความเสี่ยง พิจารณาจากค่าสัดส่วนความเสี่ยง (HQ) อ้างอิงจากการศึกษาที่ผ่านมา[18] แบ่งเป็น 4 ระดับ ดังนี้

HQ < 0.1 หมายถึง ไม่มีอันตราย
0.1 ≥ HQ ≤ 1.0 หมายถึง มีอันตรายอยู่ในระดับต่ำ
1.1 ≥ HQ ≤ 10 หมายถึง มีอันตรายอยู่ในระดับปานกลาง
HQ > 10 หมายถึง มีอันตรายอยู่ในระดับสูง

การเก็บรวบรวมข้อมูล

เก็บรวบรวมข้อมูลระหว่างเดือนกันยายน-ธันวาคม พ.ศ. 2561 โดยข้อมูลประกอบด้วย 2 ส่วน ได้แก่ (1) การเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยแบบสอบถามจากกลุ่มตัวอย่างที่มีคุณสมบัติตรงตามเกณฑ์การคัดเข้าทั้งหมด (n = 44) และ (2) การเก็บและวิเคราะห์ตัวอย่างฝุ่นขนาดเล็กจากกลุ่มตัวอย่างตลอดระยะเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมง (n=19) ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยใช้หลักของงานด้านสุขศาสตร์อุตสาหกรรม ในการกำหนดกลุ่มที่มีลักษณะการสัมผัสเหมือนกัน (Similar Exposure Group-SEG) โดยพิจารณาจากแผนกการทำงาน ลักษณะงาน และปัจจัยเสี่ยง จากนั้นจะทำการสุ่มตัวอย่างร้อยละ 30 ของแต่ละ SEG เพื่อเป็นตัวแทนของการสัมผัสของ SEG นั้น ซึ่งพิจารณาจากผู้ที่มีความเสี่ยงของการสัมผัสมากที่สุดให้เป็นตัวแทน[4] การจัด SEG แบ่งได้ 8 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ 1 พนักงานขับรถ (5 ราย) กลุ่มที่ 2 พนักงานตรวจคุณภาพข้าว (1 ราย) กลุ่มที่ 3 พนักงานทำความสะอาด (15 ราย) กลุ่มที่ 4 พนักงานสีข้าวขาว (7 ราย) กลุ่มที่ 5 พนักงานสีข้าวนึ่ง (7 ราย) กลุ่มที่ 6 พนักงานอบข้าว (5 ราย) กลุ่มที่ 7 พนักงานนึ่งข้าว (2 ราย) และกลุ่มที่ 8 พนักงานซ่อมบำรุง (2 ราย) จากนั้นนำข้อมูลทั้งหมดมาประเมินความเสี่ยงตามแนวทางของ U.S. EPA

การวิเคราะห์ทางสถิติ

ข้อมูลทั้งหมดได้ตรวจสอบความถูกต้องเพื่อนำไปวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป และวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อความเสี่ยงต่อสุขภาพโดยใช้การวิเคราะห์การถดถอยอย่างง่าย (Simple Regression Analysis) กำหนดระดับนัยสำคัญที่ $p < 0.05$ การศึกษานี้ผ่านการพิจารณาและอนุมัติจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ ผู้วิจัยได้ให้กลุ่มตัวอย่างลงนามในเอกสารยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษร หากสมัครใจเข้าร่วมโครงการวิจัย

ผลการศึกษา

1) ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นเพศชาย (ร้อยละ 65.9) มีอายุและประสบการณ์ทำงานเฉลี่ยเท่ากับ 32.52 ± 8.38 และ 7.58 ± 5.35 ปี ตามลำดับ ส่วนใหญ่มีระดับการศึกษามัธยมศึกษา ร้อยละ 38.6 ขณะที่กลุ่มตัวอย่างร้อยละ 93.2 ไม่สวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล (หน้ากากป้องกันฝุ่น) (ตารางที่ 2)

2) ข้อมูลการสัมผัสฝุ่นขนาดเล็ก

ค่าเฉลี่ยการสัมผัสฝุ่นขนาดเล็กตลอดระยะเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมง เท่ากับ 0.0788 ± 0.0623 mg/m^3 กลุ่มที่สัมผัสสูงสุด 3 อันดับแรก ได้แก่ พนักงานอบข้าว (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.2164 ± 0.0734 mg/m^3) พนักงานตรวจคุณภาพข้าว (0.1205 mg/m^3) และพนักงานทำความสะอาด (ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.0865 ± 0.4222 mg/m^3) ตามลำดับ (ตารางที่ 3)

3) ข้อมูลการประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพจากการสัมผัสฝุ่นขนาดเล็กทางการหายใจ

ค่าการสัมผัสฝุ่นละอองขนาดเล็กทางการหายใจ (CDI) ของกลุ่มตัวอย่างอยู่ในช่วง 0.0017 – 0.0175 mg/kg-day โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.0062 ± 0.0042 mg/kg-day และเมื่อนำไป

ตารางที่ 1 ตัวแปรที่เกี่ยวข้องสำหรับการประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพ

ตัวแปร	ค่า	หน่วย	แหล่งอ้างอิง
RfC (Reference concentration)	0.011	mg/kg/day	(EU legislation, 2005)*
C = ความเข้มข้นของฝุ่นขนาดเล็ก	การสัมผัสฝุ่นขนาดเล็กที่ได้จากการเก็บตัวอย่าง	mg/m^3	
IR = อัตราการหายใจ	0.83 (ค่าเฉลี่ย)	m^3/hr	(ATSDR, 2005)*
ET = เวลาในการสัมผัส	ระยะเวลาทำงานต่อวันของกลุ่มตัวอย่าง	hrs/day	แบบสอบถาม
EF= ความถี่ในการสัมผัส	ระยะเวลาทำงานในหนึ่งปี	days/year	แบบสอบถาม
ED = ประสบการณ์ทำงาน	ประสบการณ์ทำงาน	years	แบบสอบถาม
BW = น้ำหนักของร่างกาย	70 (ค่าเฉลี่ยในผู้ใหญ่)	kg	(พงศ์เทพ วิวรรธนะเดช, 2547)[19]
AT= ระยะเวลาที่ใช้เฉลี่ย	ED ปี * 365 วัน	days	

หมายเหตุ : *อ้างถึงในกรมอนามัยและกรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข (2558)[16]

ตารางที่ 2 ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง (n = 44)

ข้อมูลทั่วไป	จำนวน (ร้อยละ)
เพศ	
ชาย	29 (65.9)
หญิง	15 (34.1)
อายุ (ปี)	
น้อยกว่าหรือเท่ากับ 20	1 (2.3)
21-30	18 (40.9)
31-40	18 (40.9)
มากกว่าหรือเท่ากับ 41	7 (15.9)
ค่าเฉลี่ย 32.52 ± 8.38 ปี ค่าสูงสุด 60 ปี ค่าต่ำสุด 20 ปี	
ประสบการณ์ทำงาน (ปี)	
น้อยกว่าหรือเท่ากับ 5	17 (38.6)
6-10	18 (40.9)
11-15	7 (15.9)
มากกว่าหรือเท่ากับ 16	2 (4.6)
ค่าเฉลี่ย 7.58 ± 5.35 ปี ค่าสูงสุด 22 ปี ค่าต่ำสุด 1 ปี	
ระดับการศึกษา	
ไม่ได้เรียน	15 (34.1)
ประถมศึกษา	12 (27.3)
มัธยมศึกษา	17 (38.6)
การใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล (หน้ากากป้องกันฝุ่น)	
ไม่ใช้	41 (93.2)
ใช้	3 (6.8)

คำนวณความเสี่ยงกรณีผลกระทบที่ไม่ใช่การเกิดมะเร็ง พบว่า ค่าเฉลี่ยสัดส่วนความเสี่ยง (HQ) เท่ากับ 0.56 ± 0.42 ส่วนใหญ่มีอันตรายอยู่ในระดับต่ำ (HQ = 0.1-1.0) คิดเป็นร้อยละ 90.91 รองลงมาคือ มีอันตรายอยู่ในระดับปานกลาง (HQ = 1.1-10) คิดเป็นร้อยละ 9.09 (ตารางที่ 4) ขณะที่ค่าสัดส่วนความเสี่ยงของพนักงานแต่ละคน (รูปที่ 1) พบว่า พนักงานแผนกอบข้าวมีค่าสัดส่วนความเสี่ยงสูงที่สุด

4) ปัจจัยที่ส่งผลต่อค่าสัดส่วนความเสี่ยงของกลุ่มตัวอย่าง

ผลการศึกษา พบว่า ปัจจัยที่ส่งผลต่อค่าสัดส่วนความเสี่ยงของพนักงานโรงงานสีข้าวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ได้แก่ การสัมผัสฝุ่นขนาดเล็ก ($p < 0.001$) และประสบการณ์การทำงาน ($p = 0.032$) ขณะที่อายุ เพศ ระดับการศึกษา และการใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลไม่ส่งผลต่อค่าสัดส่วนความเสี่ยงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 5)

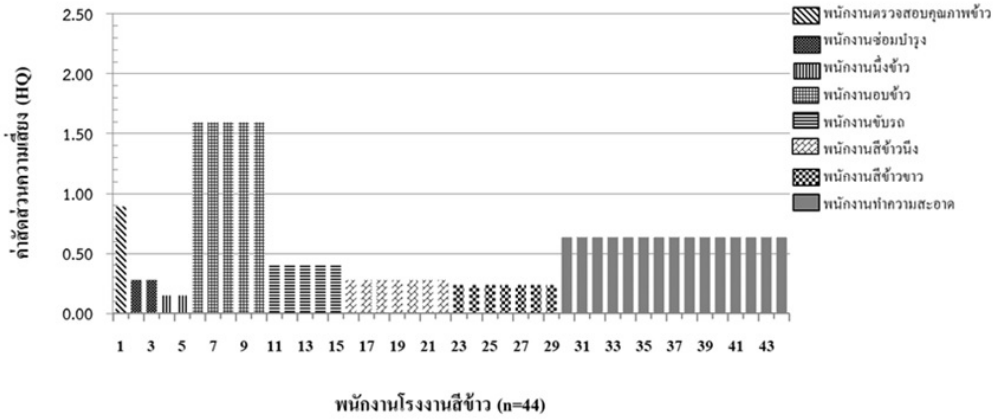
วิจารณ์

ค่าเฉลี่ยการสัมผัสฝุ่นขนาดเล็กของพนักงานตลอดระยะเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมง เท่ากับ 0.0788 ± 0.0623 mg/m^3 โดยค่าการสัมผัสทั้งหมดไม่เกินค่ามาตรฐานของ OSHA[10] ซึ่งกำหนดไว้เท่ากับ 5 mg/m^3 และ ACGIH[11] ซึ่งกำหนดไว้เท่ากับ 3 mg/m^3 โดยกลุ่มพนักงานที่สัมผัสสูงสุด คือ พนักงานอบข้าวขาวมีค่าเฉลี่ยการสัมผัสเท่ากับ 0.2164 ± 0.0734 mg/m^3 ลักษณะการทำงานของพนักงานอบข้าวขาว คือ ควบคุมเครื่องอบข้าว การทำงานของเครื่องอบข้าวจะใช้ลมร้อนจากเตาเผาแกลบเป่าข้าวจากพื้นให้ลอยขึ้น-ลงอยู่ภายในตู้อบเพื่อลดความชื้น ขณะที่อบเมล็ดข้าวอาจมีการเสียดสีและแตกหักจนเกิดเป็นฝุ่น และการใช้ลมเป่าจากพื้นส่งผลให้ฝุ่นฟุ้งกระจายได้ดีในตู้ และหลังจากอบเสร็จพนักงานต้องเปิดตู้อบเพื่อถ่ายข้าวไปยังเครื่องจักรถัดไป จึงทำให้เกิดการฟุ้งกระจายของฝุ่นจำนวนมาก การสัมผัสฝุ่นขนาดเล็กของกลุ่มตัวอย่างในการศึกษานี้ต่ำกว่าผลการศึกษาที่ผ่านมา พบว่าปริมาณฝุ่นขนาดเล็กในโรงสีข้าวขนาดเล็กในชุมชนจังหวัดขอนแก่นมีค่าอยู่ในช่วง 0.09 – 1.21 mg/ m^3 (ค่าเฉลี่ย = 0.57± 0.34 mg/m^3)[20] นอกจากนี้บางการศึกษาในจังหวัดนครราชสีมา พบปริมาณฝุ่นขนาดเล็กสูงในพื้นที่เทข้าวเปลือก ซึ่งเมื่อเก็บตัวอย่างแยกขนาดฝุ่นในพื้นที่ดังกล่าวพบว่าฝุ่นละอองขนาด 9.0-10 ไมครอนมีปริมาณสูงกว่า 15 mg/m^3 อย่างไรก็ตามการศึกษาดังกล่าวศึกษาในโรงสีข้าวขนาดเล็กในชุมชน ซึ่งไม่มีระบบระบายอากาศและระบบการจัดการในการควบคุม[21] ขณะที่การศึกษาหนึ่งในประเทศอินเดีย พบว่าค่าเฉลี่ยการสัมผัสฝุ่นขนาดเล็กของพนักงานสีข้าวเท่ากับ 8.22 ± 1.54 mg/m^3 ซึ่งการศึกษาดังกล่าวเก็บตัวอย่างในฤดูหนาวและฤดูใบไม้ผลิ[8] ผลทำให้การศึกษาในครั้งนี้ค่อนข้างต่ำกว่าอาจเนื่องจากเก็บตัวอย่างฝุ่นในช่วงฤดูฝน ซึ่งมีการศึกษาอธิบายว่าช่วงฤดูกาลมีผลต่อความเข้มข้นของฝุ่น โดยเฉพาะฤดูฝนยิ่งฝนตกหนักจะส่งผลให้ปริมาณความเข้มข้นฝุ่นลดลงอย่างมีนัยสำคัญ[22] นอกจากนี้ยังมีอีกหลายปัจจัยที่ส่งผลต่อความเข้มข้นฝุ่น เช่น ความเร็วลมยังมีผลต่อการกระจายตัวของฝุ่นขนาดเล็กในโรงสีข้าว[23] งานหรือกิจกรรม ลักษณะการทำงาน สภาพแวดล้อมขณะนั้น หรือมาตรการในการควบคุมย่อมส่งผลต่อความเข้มข้นของปัจจัยอันตราย[4]

ค่าสัดส่วนความเสี่ยงอธิบายเพียงความเสี่ยงต่อสุขภาพเฉพาะผลที่ไม่ใช่การเกิดมะเร็ง โดยเป็นความเสี่ยงของการเกิดพิษอื่นๆ ต่ออวัยวะเท่านั้น[14] โดยค่าเฉลี่ยสัดส่วนความเสี่ยงในการศึกษานี้เท่ากับ 0.56 ± 0.42 โดยกลุ่มพนักงานที่มีค่าสัดส่วนความเสี่ยงสูงที่สุด ได้แก่ พนักงานอบข้าว อาจเนื่องจากมีตัวแปรต่างๆ ทั้งประสบการณ์ทำงาน (ED) ระยะเวลาเฉลี่ย (AT) และโดยเฉพาะอย่างยิ่งตัวแปรหลัก คือ ความเข้มของฝุ่นละอองขนาดเล็ก (C) ที่สูงกว่ากลุ่มอื่น ซึ่งผลการศึกษาได้ชี้ให้เห็นว่าพนักงานอบข้าวเป็นกลุ่มที่สัมผัสฝุ่นละอองขนาดเล็กสูงที่สุด และเมื่อทำการเปรียบเทียบค่าสัดส่วนความเสี่ยงกับเกณฑ์มาตรฐาน พบว่า ร้อยละ 90.91 ของกลุ่มตัวอย่างมีความเสี่ยงอยู่ในระดับต่ำ (HQ = 0.1 – 1.0) และไม่มีกลุ่มตัวอย่างที่มีความเสี่ยงอยู่ในระดับยอมรับได้ อย่างไรก็ตามการศึกษานี้มุ่งเน้นเฉพาะการสัมผัสฝุ่นขนาดเล็กจากการทำงาน 8 ชั่วโมงเท่านั้น ซึ่งระยะเวลาที่เหลืออีก 16 ชั่วโมง กลุ่มตัวอย่างยังมีโอกาส

ตารางที่ 3 การสัมผัสฝุ่นขนาดเล็กตลอดระยะเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมงของกลุ่มตัวอย่าง (n = 44)

Similar Exposure Group (SEG)	จำนวนพนักงาน	จำนวนตัวอย่างฝุ่น	Mean (S.D.) (mg/m^3)	Range (mg/m^3)
กลุ่มที่ 1 พนักงานขับรถ	5	2	0.0543 (0.0743)	0.0552-0.1603
กลุ่มที่ 2 พนักงานตรวจคุณภาพข้าว	1	1	0.1205	-
กลุ่มที่ 3 พนักงานทำความสะอาด	15	6	0.0865 (0.4222)	0.0555-0.1332
กลุ่มที่ 4 พนักงานสีข้าวขาว	7	3	0.0317 (0.0278)	0.0103-0.0631
กลุ่มที่ 5 พนักงานสีข้าวนึ่ง	7	3	0.0372 (0.0059)	0.0336-0.0441
กลุ่มที่ 6 พนักงานอบข้าว	5	2	0.2164 (0.0734)	0.0944-0.2312
กลุ่มที่ 7 พนักงานนึ่งข้าว	2	1	0.0206	-
กลุ่มที่ 8 พนักงานซ่อมบำรุง	2	1	0.0379	-
รวม	**44**	19	**0.0788 (0.0623)**	**0.0103-0.2312**



รูปที่ 1 ค่าสัดส่วนความเสี่ยง (HQ) ของกลุ่มตัวอย่าง (n = 44)

ตารางที่ 4 การอธิบายลักษณะความเสี่ยงต่อสุขภาพจากการสัมผัสฝุ่นขนาดเล็กทางการหายใจ (n = 44)

ค่าสัดส่วนความเสี่ยง (Hazard quotient; HQ)	จำนวน (ร้อยละ)
ไม่มีอันตราย (HQ < 0.1)	0 (0)
อันตรายอยู่ในระดับต่ำ (0.1 ≥ HQ ≤ 1.0)	40 (90.91)
อันตรายอยู่ในระดับปานกลาง (1.1 ≥ HQ ≤ 10)	4 (9.09)
อันตรายอยู่ในระดับสูง (HQ > 10)	0 (0)

ค่าเฉลี่ย 0.56 ± 0.42 ค่าสูงสุด 0.15 ค่าต่ำสุด 1.60

สัมผัสฝุ่นละอองขนาดเล็กจากแหล่งอื่นๆ ได้ ทำให้ความเสี่ยงต่อสุขภาพอาจสูงขึ้นด้วย นอกจากนี้กลุ่มตัวอย่างยังมีโอกาสสัมผัสฝุ่นขนาดอื่นๆ ที่สามารถส่งผลกระทบต่อสุขภาพได้ เช่น การศึกษาหนึ่งในประเทศอิหร่านได้ทำการประเมินความเสี่ยงจากการสัมผัสฝุ่นรวม (ฝุ่นขนาดเล็กกว่า 100 ไมครอน) ในพนักงานโรงงานสีข้าวโดยใช้วิธีการประเมินความเสี่ยงแบบกึ่งปริมาณตามวิธีการของกระทรวงแรงงานประเทศสิงคโปร์ พบว่า พนักงานส่วนใหญ่มีระดับความเสี่ยงของการสัมผัสฝุ่นรวมอยู่ในระดับปานกลางควรมีมาตรการควบคุมด้านวิศวกรรมและอบรมพนักงาน[24]

การศึกษาในครั้งนี้ พบว่า การสัมผัสฝุ่นขนาดเล็กส่งผลต่อค่าสัดส่วนความเสี่ยงของพนักงานโรงงานสีข้าวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.001$) เนื่องจากการสัมผัสฝุ่นขนาดเล็กถือว่าเป็นตัวแปรหลักของสมการคำนวณค่าสัดส่วนความเสี่ยง ในขณะเดียวกันหลายการศึกษาอธิบายว่าการสัมผัสฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ส่งผลต่อความเสี่ยงต่อสุขภาพของมนุษย์อย่างมาก[25,26] อีกทั้งองค์การอนามัยโลกอธิบายว่าไม่พบระดับที่ปลอดภัยหรือระดับที่ทนได้ที่ไม่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพ[27] นอกจากนี้ประสบการณ์การทำงานเป็นตัวแปรที่ส่งผลต่อค่าสัดส่วนความเสี่ยงเช่นกัน ($p = 0.032$) โดยประสบการณ์การทำงานที่เพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ความเสี่ยงต่อสุขภาพเพิ่มขึ้นด้วย หลายการศึกษาพบว่าประสบการณ์การทำงานส่งผลต่อสมรรถภาพปอด[6] และความผิดปกติของระบบทางเดินหายใจ[28] ของพนักงานโรงสีข้าวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ขณะที่การศึกษาในครั้งนี้พบว่าอายุ เพศ ระดับการศึกษา และการใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลไม่ส่งผลต่อค่าสัดส่วนความเสี่ยงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้อาจเนื่องจากกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีอายุอยู่ในช่วง 21-40 ปี ถึงร้อยละ 81.8 ซึ่งเป็นกลุ่มช่วงวัยทำงาน ขณะที่เพศไม่มีส่งผลต่อค่าสัดส่วนความเสี่ยง อาจเนื่องจากเพศหญิงทั้งหมดในการศึกษานี้เป็นพนักงานทำความสะอาดของโรงสีข้าว ซึ่งอยู่ในสามอันดับแรกที่สัมผัสฝุ่นขนาด

ตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อค่าสัดส่วนความเสี่ยงโดยใช้การวิเคราะห์ถอดถอยอย่างง่าย

ตัวแปรอิสระ	B (95%CI)	Bata	t-value	p-value
การสัมผัสฝุ่นขนาดเล็ก	6.661 (6.614 to 6.955)	0.988	49.939	<0.001*
อายุ	0.004 (-0.012 to 0.019)	0.070	0.457	0.650
ประสบการณ์การทำงาน	0.025 (0.002 to 0.048)	0.323	2.214	0.032*
เพศ	0.114 (- 0.156 to 0.385)	0.130	0.399	0.399
ระดับการศึกษา	-0.124 (- 0.379 to 0.162)	-0.124	-0.808	0.424
การใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล	-0.102 (-0.614 to 0.410)	-0.062	-0.403	0.689

* p-value < 0.05

เล็กสูงสุด จึงอาจมีการสัมผัสฝุ่นละอองขนาดเล็กและค่าสัดส่วนความเสี่ยงใกล้เคียงกับเพศชายได้ ขณะที่บางการศึกษาพบว่าเพศหญิงมีความเสี่ยงต่อการสัมผัสฝุ่นหินขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนสูงกว่าเพศชาย[29] นอกจากนี้ระดับการศึกษาแบ่งเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มไม่เรียนและกลุ่มเรียน ขณะที่กลุ่มเรียนมีระดับการศึกษาสูงสุด คือ ชั้นมัธยมศึกษาเท่านั้น และการศึกษาครั้งนี้พบว่ามีพนักงานเพียงร้อยละ 6.8 เท่านั้นที่สวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล (หน้ากากป้องกันฝุ่น) จึงอาจทำให้ไม่ส่งผลต่อค่าสัดส่วนความเสี่ยงในการศึกษาครั้งนี้

ข้อจำกัดในการศึกษาในครั้งนี้ คือ การประเมินการสัมผัสฝุ่นขนาดเล็กโดยจัดกลุ่ม SEG และสุ่มตัวอย่างเพียงร้อยละ 30 ของแต่ละ SEG อาจทำให้การประเมินสัมผัสยังไม่คลอบคลุมการสัมผัสที่แท้จริง ในการศึกษาครั้งถัดไปอาจกำหนดจำนวนตัวอย่างในแต่ละ SEG ให้เป็นตัวแทนที่คลอบคลุม เช่น จำนวนตัวอย่างตามข้อเสนอแนะของหน่วยงาน NIOSH ซึ่งมีสมมติฐานที่ว่าการสัมผัสสารเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างใน SEG กระจายตัวแบบโค้งปกติ และด้วยความเชื่อมั่นร้อยละ 90 ว่ากลุ่มคนที่สุ่มจะมีอย่างน้อยหนึ่งคนอยู่ในกลุ่มที่สัมผัสสารสูงสุดใน SEG นั้น[30] นอกจากนี้อาจมีการคำนวณทางสถิติเพื่อประมาณการสัมผัสที่แท้จริงของกลุ่มตัวอย่างภายใต้ช่วงขอบเขตความเชื่อมั่น (Confidence interval limits) ซึ่งมีการพิจารณาความแปรปรวนของอุปกรณ์การเก็บและวิเคราะห์ตัวอย่าง ความแปรปรวนของสิ่งแวดล้อมร่วมด้วย[31]

สรุป

การสัมผัสฝุ่นละอองขนาดเล็กทางการหายใจเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการทำงานของพนักงานโรงสีข้าวเท่ากับ 0.0788 ± 0.0623 mg/m^3 ผลการประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพจากการสัมผัสฝุ่นละอองขนาดเล็กกรณีผลกระทบที่ไม่ใช่การเกิดมะเร็ง พบว่า ค่าเฉลี่ยสัดส่วนความเสี่ยงอันตรายเท่ากับ 0.56 ± 0.42 ส่วนใหญ่ร้อยละ 90.91 มีสัดส่วนความเสี่ยงอันตรายอยู่ในระดับต่ำ ขณะที่การสัมผัสฝุ่นขนาดเล็กและประสบการณ์การทำงานส่งผลต่อค่าสัดส่วนความเสี่ยงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าจำเป็นต้องดำเนินการจัดการความเสี่ยงเพื่อลดและควบคุมความเสี่ยงให้อยู่ในระดับที่ยอมรับได้ เช่น ลดการสัมผัสฝุ่นละอองขนาดเล็กโดยเฉพาะอย่างยิ่งในกลุ่มพนักงานที่มีประสบการณ์ และการศึกษาในครั้งถัดไปอาจศึกษาความเสี่ยงต่อสุขภาพจากการสัมผัสฝุ่นขนาดเล็กตามช่วงฤดูกาล

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ ผศ.(พิเศษ) ดร. สุพัฒนา คำสอน และ ผศ. ดร. อรวรรณ กีรติสิโรจน์ ที่กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำเกี่ยวกับสถิติที่ใช้และให้กำลังใจในการศึกษาวิจัย ตลอดจนผู้เข้าร่วมโครงการทุกท่านที่ให้ความร่วมมือในการศึกษา

เอกสารอ้างอิง

1. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. เอกสารตัวชี้วัดเศรษฐกิจการเกษตรของประเทศไทย ปี 2556. กรุงเทพมหานคร: ม.ป.พ., 2558.
2. สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. ยุทธศาสตร์วิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมข้าว (พ.ศ. 2554-2559) ภายใต้แผนกลยุทธ์การวิจัยและพัฒนา สวทช. ระยะที่ 2 พ.ศ. 2554 – 2559. ม.ป.ท.: ม.ป.พ., 2555.
3. Pande BN, Traczyk EK, Prazmo Z, Skorska C, Sitkowska J, Dutkiewicz J. Occupational biohazards in agricultural dusts from India. Agric Environ Med 2000; 7: 133–9.
4. วันทนี พันธุ์ประสิทธิ์. สุขศาสตร์อุตสาหกรรม กลยุทธ์ ประเมิน ควบคุมและจัดการ. กรุงเทพฯ: เบสท์กราฟฟิค เพรส, 2557.
5. กระทรวงสาธารณสุข. แผนบูรณาการด้านสิ่งแวดล้อมและสุขภาพ กระทรวงสาธารณสุข ประจำปี 2558. ม.ป.ท.: ม.ป.พ., 2557.
6. Ghosh T, Gangopadhyay S, Das B. Prevalence of respiratory symptoms and disorders among rice mill workers in India. Environ Health Prev Med. 2014; 19: 226-33.
7. Eshwaramma P, Sudeena, Subhakar K, Chaladevi D. A study of Respiratory disorders in rice mill workers of the Mahaboobnagar and to compare with the control group from same district. Asian Pac J Health Sci 2016; 3:175-80.
8. Musa R, Naing L, Ahmad Z, Kamarul Y. Respiratory health of rice millers in Kelantan, Malaysia. Southeast Asian J Trop Med Public Health 2000; 31: 575-78.
9. Dewangan NK, Patil RM. Evaluation of Dust Exposure among the Workers in Agricultural Industries in North-East India. Ann Occup Hyg 2015; 59: 1091–105.
10. Occupational Safety and Health Administration. 1988 OSHA PEL Project Documentation. [cited Jan 16, 2018]. Available from: http://www.cdc.gov/niosh/pel88/dusts.html.

11. American Conference of Governmental Industrial Hygienists. Documentation of the Threshold Limit Values (TLVs) and Biological Exposure Indices (BEIs) - Particulates (Insoluble) Not Otherwise Specified (PNOS). 2001 [cited Jan 16, 2018]. Available from: http://www.cdc.gov/niosh/pel88/DUSTS.html.

12. National Institute for Occupational Safety and Health. NIOSH Manual of Analytical Methods (NMAM), Method 0600 Particulates not otherwise regulated Respirable. 1998, Issue 3. [cited Jan 16, 2018]. Available from: https://www.cdc.gov/niosh/docs/2003-154/pdfs/0600.pdf.

13. U.S. EPA. Human Health Risk Assessment. [cited Feb 18, 2018]. Available from: https://www.epa.gov/risk/human-health-risk-assessment

14. พรพิมล กองทิพย์. การประเมินการสัมผัสและความเสี่ยงต่อสุขภาพ. กรุงเทพฯ : เบส กราฟฟิค เพรส, 2556.

15. สำนักระบาดวิทยา กรมควบคุมโรค. สรุปรายงานการเฝ้าระวังโรค-โรคปอดจากการประกอบอาชีพ (Pneumoconiosis). 2547 [สืบค้นเมื่อ 15 มีนาคม 2561]. เข้าถึงจาก http://www.boe.moph.go.th/Annual/Annual47/part1/50-Pneumoconiosis.pdf

16. กรมอนามัยและกรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข. แนวทางการเฝ้าระวังพื้นที่เสี่ยงจากมลพิษทางอากาศกรณีฝุ่นละอองขนาดเล็ก. 2558 [สืบค้นเมื่อ 15 มีนาคม 2561]. เข้าถึงจาก http://www.oic.go.th/FILEWEB/CABINFOCENTER17/DRAWER002/GENERAL/DATA0000/00000200.PDF

17. U.S. EPA. Risk Assessment Guidance for Superfund Volume I Human Health Evaluation Manual (Part A). 1989[cited 2018 March 2018]. Available from: https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-09/documents/rags_a.pdf

18. Lemly AD. Evaluation of the Hazard Quotient Method for Risk Assessment of Selenium. Ecotoxicol Environ Saf. 1996; 35: 156–62.

19. พงศ์เทพ วิวรรธนะเดช. การประเมินความเสี่ยงด้านสุขภาพ. เชียงใหม่ : ภาควิชาเวชศาสตร์ชุมชน คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2547.

20. สมสมัย แพงดวง, กาญจนา นาถพินธุ. ปริมาณฝุ่นละอองที่ผู้ปฏิบัติงานโรงสีข้าวขนาดเล็กในหมู่บ้านได้รับขณะปฏิบัติงาน อำเภอโนนศิลา จังหวัดขอนแก่น. วารสารอนามัยสิ่งแวดล้อม 2552; 11: 3-14.

21. Batsungneon K, Kulworawanichpong T. Effect of Dust Particles in Local Rice Mills on Human Respiratory System. World Acad Sci Eng Technol 2011; 80: 421-6.

22. Feng X, Wang S. Influence of different weather events on concentrations of particulate matter with different sizes in Lanzhou, China. J Environ Sci (China) 2012; 24: 665-74.

23. สุพัตรา มะโร, ศุภิสรา อินธิเดช, กติกา สระมณีอิทร์. การกระจายตัวของฝุ่นข้าวในโรงสีชุมชนและผลกระทบในบริเวณปฏิบัติงานและที่พักอาศัย. การประชุมวิชาการระดับชาติมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ ครั้งที่ 2; 20-21 มิถุนายน 2560 ณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ นครปฐม.

24. Mohammadyan M, Ranjbar F, Etemadinezhad S, Charati YJ. Risk assessment of rice husk dust among rice mill workers. Fresenius Environ Bull 2017; 26: 892-7.

25. Goudarzi G, Daryanoosh S, Godini H, Hopke P, Sicard P, De Marco A, et al. Health risk assessment of exposure to the Middle-Eastern Dust storms in the Iranian megacity of Kermanshah. Public Health 2017; 148: 109-16.

26. Wang S, Feng X, Zeng X, Ma Y, Shang K. A study on variations of concentrations of particulate matter with different sizes in Lanzhou, China. Atmos. Environ 2009; 43: 2823-8.

27. WHO. Health effects of particulate matter-Policy implications for countries in eastern Europe, Caucasus and central Asia. 2013[cited 2018 March 2018]. Available from: http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0006/189051/Health-effects-of-particulate-matter-final-Eng.pdf

28. Rana CM, Naskar S, Roy R, Das KD, Das S. Respiratory Morbidity among Rice Mill Workers in an Urban Area of Burdwan District, West Bengal: A Cross-sectional Study. Indian J Occup Environ Med 2018; 22: 5–10.

29. Wiebert P, Plato N, Feychting M, Sjögren B, Gustavsson A, Andersson T, et al. Occupational exposure to respirable silica dust in men and women and risk for acute myocardial infarction. Occup Environ Med. 2017; 74(Suppl 1): A112.1-A112.

30. Liedel NA, Busch KA, Lynch JR. Occupational Exposure Sampling Strategy Manual, DHEW (NIOSH) Publication No. 77 – 173. National Institute for Occupational Safety and Health, Cincinnati, Ohio, USA; 1977.

31 กระทรวงอุตสาหกรรม. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 2536-2555 ข้อกำหนดการประเมินการสัมผัสสารเคมีอันตรายในสิ่งแวดล้อมของสถานที่ทำงาน. 2555 [สืบค้นเมื่อ 6 มิถุนายน 2562]. เข้าถึงจากhttp://www.fio.co.th/web/tisi_fio/full-text/TIS2536-2555.pdf

SMJ