การสัมผัสฝุ่นและสมรรถภาพปอดของพนักงานในโรงสีข้าวแห่งหนึ่งของจังหวัดกำแพงเพชร

DUST EXPOSURE AND LUNG FUNCTION AMONG WORKERS OF A RICE MILL IN KAMPHAENG PHET PROVINCE

เบญจมาศ สุคันโท[1], ทัศน์พงษ์ ตันติปัญจพร[2*]
Benjamas Sukhantho[1], Tadpong Tantipanjaporn[2*]
[1]หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย มหาวิทยาลัยนเรศวร
[2]สาขาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย คณะสาธารณสุขศาสตร์
มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก
*Corresponding author: t.tadpong@gmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการสัมผัสฝุ่นและสมรรถภาพปอดของพนักงานในโรงสีข้าวแห่งหนึ่งของจังหวัดกำแพงเพชร เก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 42 คน ประกอบด้วย 3 ส่วน ได้แก่ 1) การประเมินการสัมผัสฝุ่นรวมและฝุ่นขนาดเล็กในบรรยากาศการทำงาน โดยใช้ชุดอุปกรณ์เก็บตัวอย่างอากาศแบบติดตัวบุคคลตามวิธีการมาตรฐาน NIOSH method number 0500 และ 0600 ตามลำดับ 2) การตรวจสมรรถภาพปอดโดยวิธีสไปโรเมตรีย์ (Spirometry) และ 3) การเก็บรวบรวมข้อมูลส่วนบุคคลและข้อมูลการทำงานโดยใช้แบบสอบถาม ผลการศึกษา พบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นเพศชาย (ร้อยละ 64.3) มีอายุเฉลี่ยเท่ากับ 33.5 ± 9.39 ปี ประสบการณ์ทำงานเฉลี่ยเท่ากับ 8.16 ± 5.28 ปี ค่าเฉลี่ยของการสัมผัสฝุ่นรวมและฝุ่นขนาดเล็กตลอดระยะเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมงของกลุ่มตัวอย่างเท่ากับ 0.32 ± 0.19 และ 0.09 ± 0.05 mg/m^3 ตามลำดับ ผลการตรวจสมรรถภาพปอด พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีสมรรถภาพปอดผิดปกติ ร้อยละ 40.5 ทั้งหมดผิดปกติแบบจำกัดการขยายตัว (ร้อยละ 100) ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ พบว่า อายุ การสัมผัสฝุ่นรวม และฝุ่นขนาดเล็กมีความสัมพันธ์กับสมรรถภาพปอดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (p-value = 0.046, 0.031 และ 0.031 ตามลำดับ) ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าควรหามาตรการในการลดการสัมผัสฝุ่น เพื่อป้องกันการเสื่อมสมมรรถภาพปอดของพนักงานในโรงสีข้าว

คำสำคัญ : ฝุ่นขนาดเล็ก / ฝุ่นรวม / สมรรถภาพปอด / โรงสีข้าว

Abstract

The objective of this study was to determine dust exposure and lung function among rice mill workers in Kamphaeng Phet Province. Data collected form 42 workers. Collected data were divided into 3 parts: 1) Total dust and respirable dust exposure were collected in breathing zone of participants via personal sampling technique for a full period of work according to the NIOSH manual of analytical method number 0500 and 0600 respectively; 2) Lung function of workers were tested by spirometry method; and 3) The data collection was performed using questionnaires regarding personal characteristics and working characteristics. The results showed that the most of workers were male (64.3%) and their average age was 33.5 ± 9.39 years. Their working experience was 8.16 ± 5.28 years. The 8 hour time weighted average of total dust and respirable dust exposure of workers were 0.32 ± 0.19 and 0.09 ± 0.05 mg/m^3 respectively. Besides there were 40.5% of workers indicate that lung function were abnormal results, all of their abnormal results were restrictive pattern. This study found that 3 factors were associated with lung function at 95% confidence interval level i.e. age, total dust and respirable dust exposure (p-value = 0.046, 0.031 and 0.031 respectively). The result showed that measures to control the dust exposure should be performed in order to prevent employee's lung deterioration in the rice mills.

Keywords : Total dust / Respirable dust / Lung function / Rice mill

1. บทนำ

ปัจจุบันข้าวเป็นพืชสำคัญต่อเศรษฐกิจและวัฒนธรรมของประเทศไทย โรงสีในประเทศไทยมีจำนวนทั้งหมด 38,619 โรง โดยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคเหนือมีจำนวนโรงสีมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 74.98 และร้อยละ 12.95 ตามลำดับ อุตสาหกรรมข้าวของประเทศไทยประกอบด้วยการผลิตข้าว อุตสาหกรรมแปรรูปข้าว และอุตสาหกรรมต่อเนื่องที่ใช้ผลิตภัณฑ์จากการแปรรูป กระบวนการแปรรูปของโรงสีข้าวในประเทศไทยส่วนใหญ่ใช้เครื่องจักรกลในการสีข้าว ซึ่งในแต่ละขั้นตอนจำเป็นต้องมีคนงานควบคุมการทำงานของเครื่องจักรกลให้ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ จากการรวมรวมข้อมูลจากผู้บริหารและพนักงานได้ระบุถึงปัญหาที่เกิดจากกระบวนการผลิต คือ ฝุ่นในบรรยากาศการทำงานจากกระบวนการแปรรูป ที่พบได้ทั่วบริเวณโรงงาน ซึ่งสามารถส่งผลต่อสมรรถภาพปอดของคนงานเมื่อคนงานต้องสัมผัสฝุ่นซ้ำๆ อย่างต่อเนื่องตลอดระยะเวลาการทำงาน (1)

ฝุ่นที่เกิดขึ้นในโรงสีข้าวมีทั้งสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ เช่น ฝุ่นรำข้าว ฝุ่นดิน เชื้อรา แบคทีเรีย และเอนโดทอกซิน (Endotoxin) เป็นต้น (2) เมื่อพิจารณาตามขนาดและการสะสมของระบบทางเดินหายใจ ฝุ่นสามารถแบ่งออกเป็น 3 ชนิด ได้แก่ 1) ฝุ่นที่สามารถหายใจเข้าไปได้ (Inhalable dust) 2) ฝุ่นที่ผ่านทางเดินหายใจส่วนต้นและเข้ามาสะสมที่ทางเดินหายใจส่วนกลาง (Thoracic particulate mater) และ 3) ฝุ่นขนาดเล็กที่เข้าไปถุงแขนงปอดและถุงลม (Respirable dust) (3) โดยการศึกษาครั้งนี้จะทำการศึกษา 1) ฝุ่นรวม (Total dust) เป็นฝุ่นขนาดใหญ่ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง ตั้งแต่ 100 ไมครอนลงมา และ 2) ฝุ่นขนาดเล็ก (Respirable dust) เป็นฝุ่นที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 10 ไมครอนลงมา เป็นฝุ่นที่อันตรายต่อระบบทางเดินหายใจส่วนปลาย (4) การศึกษาที่ผ่านมาพบว่าปริมาณความเข้มข้นของฝุ่นรวมบริเวณจุดเทข้าวเปลือกและบริเวณบรรจุ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 10.02 ± 3.24 และ 17.70 ± 2.89 mg/m^3 ตามลำดับ ความเข้มข้นของฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน บริเวณจุดเทข้าวเปลือกและบริเวณบรรจุรำ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.05 ± 1.31 และ 1.83 ± 1.13 mg/m^3 ตามลำดับ (5) โดยจะมีบางพื้นที่การทำงานมีความเข้มข้นของฝุ่นรวมและฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน เกินเกณฑ์มาตรฐานของทั้ง Occupational Safety and Health Administration (OSHA) กำหนดไว้ที่ 15 และ 5 mg/m^3 ตามลำดับ (6) และ American Conference of Governmental Industrial Hygienist (ACGIH) กำหนดไว้ที่ 10 และ 3 mg/m^3 ตามลำดับ (7) เมื่อคนงานรับสัมผัสฝุ่นดังกล่าวจะสามารถก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพได้หลายระบบ เช่น ระบบทางเดินหายใจ ระบบหัวใจและหลอดเลือด ระบบการมองเห็น และระบบผิวหนัง นอกจากนี้ฝุ่นขนาดเล็กยังเพิ่มความเสี่ยงของอัตราตายจากภาวะเส้นเลือดอุดตันในสมอง ทำให้อัตราป่วยและอัตราตายด้วยโรคระบบทางเดินหายใจ และระบบหัวใจและหลอดเลือดเพิ่มขึ้น โดยอัตราดังกล่าวจะเพิ่มขึ้นตามปริมาณความเข้มข้นของฝุ่นในอากาศ (8) อีกหนึ่งการศึกษาพบว่าปริมาณฝุ่นมีความสัมพันธ์เชิงลบกับค่าสัดส่วนระหว่างค่า FEV_1/FVC อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (9) นั่นแสดงให้เห็นถึงฝุ่นสามารถส่งผลโดยตรงต่อสมรรถภาพปอด หากได้รับฝุ่นที่มีความเข้มข้นสูงสมรรถภาพปอดจะลดลง มีภาวะทางเดินหายใจอุดกั้นเนื่องจากเนื้อเยื่อปอดจะเกิดการอักเสบเรื้อรังและเกิดเป็นพังผืดที่ปอด อากาศจึงผ่านเข้าออกไม่สะดวก ความยืดหยุ่นของปอดเสียไปหรือยืดตัวมากเกินไปจึงเสียคุณสมบัติ (10)

จากทั้งหมดที่กล่าวมานั้น ด้วยศักยภาพความเป็นอันตรายที่ร้ายแรงของฝุ่น และโดยเฉพาะอย่างยิ่งโรงสีข้าวมีกระบวนการทำงานสามารถก่อให้เกิดฝุ่นในบรรยากาศการทำงานในปริมาณมาก ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาการสัมผัสฝุ่นและสมรรถภาพปอดของคนงานในโรงสีข้าว เพื่อสะท้อนในเห็นถึงอันตรายและนำไปสู่การกำหนดแนวทางให้การป้องกันการสัมผัสฝุ่น การทำงานอย่างปลอดภัย และนำไปสู่สุขภาพที่ดีของพนักงาน

2. วิธีการดำเนินการวิจัย

รูปการศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาเชิงพรรณนาแบบภาคตัดขวาง (Cross-sectional descriptive study)

2.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร คือ ผู้ปฏิบัติงานในโรงงานสีข้าวแห่งหนึ่งในจังหวัดกำแพงเพชร จำนวนทั้งสิ้น 48 คน ซึ่งได้ข้อมูลจากการขอความอนุเคราะห์จำนวนพนักงานจากโรงงาน ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มประชากรที่ผ่านเกณฑ์การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างเข้าร่วมการวิจัย จำนวน 42 คน คิดเป็นร้อยละ 87.5 ของจำนวนประชากรทั้งหมด โดยมีเกณฑ์คัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง คือ เป็นพนักงานที่ทำงานประจำณ โรงสีดังกล่าว มีประสบการณ์การทำงานไม่น้อยกว่า 1 ปี อายุระหว่าง 20–50 ปี ไม่เป็นโรคประจำตัวเกี่ยวกับระบบทางเดินหายใจ ได้แก่ โรคหอบหืด โรคภูมิแพ้ และวัณโรค และไม่เป็นผู้ที่มีเงื่อนไขในการตรวจสมรรถภาพปอดด้วยวิธีสไปโรเมตทรีย์ ได้แก่ 1) อาการไอเป็นเลือด 2) ภาวะลมรั่วในช่องเยื่อหุ้มปอด 3) ระบบหลอดเลือดหรือหัวใจทำงานไม่คงที่ ได้แก่ ความดันโลหิตสูง ภาวะเจ็บหน้าอกจากกล้ามเนื้อหัวใจตายในช่วง 3 เดือนที่ผ่านมา และภาวะลิ่มเลือดอุดตันในหลอดเลือดแดงปอด 4) เส้นเลือดแดงโป่ง 5) เพิ่งได้รับการผ่าตัดตา เช่น ผ่าตัดลอกต้อกระจก การผ่าตัดช่องอกหรือช่องท้อง 6) ติดเชื้อระบบทางเดินหายใจ เช่น หวัด วัณโรคปอด 7) สตรีมีครรภ์ และ 8) ผู้ที่มีอาการคลื่นไส้ หรืออาเจียน ตามข้อกำหนดของสมาคมอุรเวชช์แห่งประเทศไทย (11)

2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 3 ส่วน ได้แก่ 1) การประเมินการสัมผัสฝุ่นรวม (Total dust) และฝุ่นขนาดเล็ก (Respirable dust) ในบรรยากาศการทำงาน 2) การตรวจสมรรถภาพปอด และ 3) การเก็บรวบรวมข้อมูลส่วนบุคคลและข้อมูลการทำงาน โดยรายละเอียดมีดังนี้

2.2.1 การเก็บและวิเคราะห์ตัวอย่างฝุ่นรวมและฝุ่นขนาดเล็ก

การเก็บและวิเคราะห์ตัวอย่างปริมาณฝุ่นรวมและฝุ่นขนาดเล็ก อ้างอิงตามวิธีการมาตรฐาน NIOSH Manual of Analytical Method number 0500 (12) และ 0600 ตามลำดับ (13) ดำเนินการเก็บตัวอย่างฝุ่นด้วยชุดอุปกรณ์เก็บตัวอย่างแบบติดตัวบุคคลที่ระดับหายใจของพนักงาน (Breathing zone) โดยเก็บตัวอย่างจำนวน 1 ตัวอย่างต่อเนื่องตลอดระยะเวลา 8 ชั่วโมงการทำงาน (Single sample for full period) มีขั้นตอนดังนี้

1) นำกระดาษกรองชนิดโพลิไวนิลคลอไรด์ (PVC) ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 37 มิลลิเมตร และขนาดรู (Pore size) ขนาด 5 ไมโครเมตรเข้าโถดูดความชื้น (ประมาณ 24 ชั่วโมง)

2) สอบเทียบปั๊มดูดอากาศ (Air sampling pump) ด้วยเครื่องวัดอัตราการไหลอากาศ โดยฝุ่นรวมใช้อัตราการดูดอากาศประมาณ 150 มิลลิลิตรต่อนาที สำหรับฝุ่นขนาดเล็กใช้อัตราการดูดอากาศประมาณ 250 มิลลิลิตรต่อนาที

3) ชั่งน้ำหนักกระดาษกรองที่ผ่านการดูดความชื้นด้วยเครื่องชั่งน้ำหนัก 5 ตำแหน่ง บันทึกน้ำหนักกระดาษกรองก่อนเก็บตัวอย่าง จากนั้นนำแผ่นรองกระดาษกรองใส่ตลับกรองชนิด 3 ตอนทางด้าน Outlet แล้วนำกระดาษกรองวางบนแผ่นรองกระดาษกรอง ปิดตลับกรองให้แน่น และปิดจุก พันพาราฟิล์มให้แน่น ติดฉลากที่ตลับกรองเพื่อระบุหมายเลขของตลับกรอง

4) จัดเตรียมแบลงค์ (Blank) จำนวน 2 ตัวอย่างต่อการเก็บหนึ่งเซ็ท โดยใช้กระดาษกรองจากกล่องเดียวกันกับตัวอย่าง โดยดำเนินการเช่นเดียวกับตัวอย่างทุกประการ ตั้งแต่การปรับเทียบความถูกต้อง พันพาราฟิล์ม บรรจุใส่กล่องเก็บตัวอย่าง แต่ไม่มีการดูดอากาศผ่านกระดาษกรอง

5) ดำเนินการเชื่อมต่อชุดอุปกรณ์สำหรับการเก็บตัวอย่างฝุ่นรวม โดยใช้สายยางเชื่อมต่อระหว่างปั๊มดูดอากาศและตลับกรองที่ใส่กระดาษกรอง สำหรับฝุ่นขนาดเล็กจะใช้สายยางเชื่อมต่อตลับกรองประกอบกับไซโคลน (Cyclone) ชนิดอะลูมินัม โดยเก็บตัวอย่างฝุ่นรวมและฝุ่นขนาดเล็กตลอดระยะเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมงการทำงาน โดยติดชุดอุปกรณ์เก็บตัวอย่างติดตัวบุคคลที่ระดับหายใจของพนักงาน

6) นำตัวอย่างที่เก็บเสร็จเรียบร้อยและแบลงค์ (Blank) เข้าโถดูดความชื้น ใช้เวลา 24 ชั่วโมงเท่ากับก่อนเก็บตัวอย่าง

7) นำกระดาษกรองที่ผ่านการดูดความชื้นไปชั่งน้ำหนักกระดาษกรองหลังการเก็บตัวอย่างและคำนวณหาปริมาณความเข้มข้นฝุ่น

2.2.2 การตรวจสมรรถภาพปอดโดยวิธีสไปโรเมตรีย์ (Spirometry) ด้วยเครื่องสไปโรมิเตอร์ (Spirometer) รุ่น DATOSPOR 120 C หมายเลขเครื่อง 118-J416 ผ่านการสอบเทียบโดยบริษัทแห่งหนึ่งเมื่อวันที่ 14 กันยายน 2558 ผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการตรวจสมรรถภาพปอดด้วยตนเอง ซึ่งผู้วิจัยได้ผ่านการเรียนวิธีการตรวจสมรรถภาพปอดด้วยวิธีสไปโรเมทตรีย์ในวิชาอาชีวเวชศาสตร์ (Occupational Medicine) และก่อนการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้เข้ารับการอบรมวิธีการตรวจสมรรถภาพปอดโดยเจ้าหน้าที่ผู้เชี่ยวชาญจากสำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 9 จังหวัดพิษณุโลกอีกครั้ง

การตรวจสมรรถภาพปอดใช้วิธีสไปโรเมตรีย์มีทั้งหมด 4 ขั้นตอน

1) การเตรียมผู้รับการตรวจ คือ ให้หลีกเลี่ยงอาหารมื้อใหญ่อย่างน้อย 2 ชั่วโมง ไม่ออกกำลังกายอย่างน้อย 30 นาทีก่อนตรวจ และหยุดยาขยายหลอดลม

2) อธิบายและสาธิตวิธีการเป่าที่ถูกต้องด้วยการนั่งตัวตรง หายใจเข้าเต็มที่ อม mouthpiece แล้วเป่าให้เร็วและแรงเต็มที่จนหมด กรณีเป่าผิดวิธีให้ผู้รับการตรวจทำซ้ำได้ไม่เกิน 8 ครั้ง

3) นำมาคัดเลือกกราฟตามหลักการของสมาคมอุรเวชช์แห่งประเทศไทยเพื่อให้ได้กราฟที่สมบูรณ์ที่สุดสำหรับการวิเคราะห์สมรรถภาพปอด (11)

4) การแปลผลค่าสมรรถภาพปอดตามแนวทางการแปลผลของสมาคมอุรเวชช์แห่งประเทศไทย สามารถแยกความผิดปกติของ spirometry ออกได้เป็น 3 แบบ ได้แก่ (1) ความผิดปกติแบบอุดกั้น (Obstructive abnormality) จะมี FEV_1 และ FEV_1/FVC% ลดลง (2) ความผิดปกติแบบจำกัดการขยายตัว (Restrictive abnormality) จะมีปริมาตรของปอดลดลง แต่อัตราการไหลลมหายใจออกปกติ ดังนั้นค่า FEV_1 และ FVC จะลดลงแต่ค่า FEV_1/FVC% จะปกติหรือเพิ่มขึ้น และ (3) ความผิดปกติแบบผสม (Mixed abnormality) คือความผิดปกติที่มีทั้งความผิดปกติแบบอุดกั้น (Obstructive abnormality) และความผิดปกติแบบจำกัดการขยายตัว (Restrictive abnormality) อยู่ด้วยกันทั้ง 2 แบบ (11)

2.2.3 แบบสอบถาม

แบบสอบถามประกอบด้วย 2 ส่วน ได้แก่ ข้อมูลส่วนบุคคล (เพศ อายุ การสูบบุหรี่ และพื้นที่ผิวร่างกาย) และข้อมูลการทำงาน (ประสบการณ์ทำงาน พื้นที่ทำงาน และการใช้อุปกรณ์ป้องกันทางเดินหายใจ)

2.3 การเก็บรวบรวมข้อมูลส่วนบุคคลและข้อมูลการทำงาน

เก็บรวบรวมข้อมูลระหว่างเดือนสิงหาคม-ธันวาคม พ.ศ. 2559 โดยรวบรวมข้อมูลส่วนบุคคลและข้อมูลการทำงานโดยแบบสอบถาม และตรวจสมรรถภาพปอดจากกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด (n=42) การเก็บตัวอย่างและวิเคราะห์ปริมาณฝุ่นรวมและฝุ่นขนาดเล็กจากกลุ่มตัวอย่างตลอดระยะเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมง (n=21) โดยกำหนดกลุ่มที่มีลักษณะการสัมผัสเหมือนกัน (Similar Exposure Group-SEG) จากนั้นจะทำการสุ่มตัวอย่างร้อยละ 30 ของแต่ละ SEG เพื่อเป็นตัวแทนของการรับสัมผัสของ SEG นั้น โดยการสุ่มจะใช้หลักการของอาชีวอนามัยและความปลอดภัยโดยพิจารณาจากผู้ที่มีความเสี่ยงของการสัมผัสมากที่สุดให้เป็นตัวแทน เมื่อพิจารณาการจัด SEG โดยวิธีการสังเกตตามแผนกการทำงาน ลักษณะงาน และปัจจัยเสี่ยง แบ่งได้ 8 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ 1 พนักงานขับรถจำนวน 4 คน กลุ่มที่ 2 พนักงานตรวจสอบคุณภาพข้าวจำนวน 1 คน กลุ่มที่ 3 พนักงานทำความสะอาด

จำนวน 14 คน กลุ่มที่ 4 พนักงานสีข้าวขาวจำนวน 7 คน กลุ่มที่ 5 พนักงานสีข้าวนึ่งจำนวน 7 คน กลุ่มที่ 6 พนักงานนึ่งข้าวจำนวน 2 คน กลุ่มที่ 7 พนักงานอบข้าวจำนวน 5 คน และกลุ่มที่ 8 พนักงานซ่อมบำรุงจำนวน 2 คน

2.4 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ข้อมูลทั้งหมดได้ตรวจสอบความถูกต้องเพื่อนำไปวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป และพรรณนาข้อมูลต่างๆ โดยใช้ค่าความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของปัจจัยต่างๆ และสมรรถภาพปอดโดยใช้สถิติฟิชเชอร์ (Fisher's Exact Test) และสถิติสหสัมพันธ์ (correlation coefficient) กำหนดระดับนัยสำคัญที่ 0.05

2.5 จริยธรรมการวิจัยในมนุษย์

การศึกษานี้ผ่านการพิจารณาและอนุมัติจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยนเรศวรเลขที่ เอกสารรับรองหมายเลข CAO. No. 290/2016 IRB No .257/59 ผู้วิจัยได้ให้กลุ่มตัวอย่างลงนามในเอกสารยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษร หากสมัครใจเข้าร่วมโครงการวิจัย

3. ผลการศึกษา

3.1 ข้อมูลทั่วไปและข้อมูลการทำงาน

กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นเพศชาย (ร้อยละ 56.3) มีอายุเฉลี่ยเท่ากับ 33.50 ± 9.39 ปี พื้นที่ผิวร่างกายมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.64 ± 0.16 ตาราง ส่วนใหญ่ไม่สูบบุหรี่ (ร้อยละ 59.5) มีประสบการณ์ทำงานเฉลี่ยเท่ากับ 8.16 ± 5.28 ปี ทำงานใน 8 ตำแหน่ง ส่วนใหญ่ปฏิบัติงานในตำแหน่งทำความสะอาด (ร้อยละ 33.3) และกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ไม่ใช้อุปกรณ์ป้องกันทางเดินหายใจส่วนบุคคล (ร้อยละ 95.2) (ตารางที่ 1)

3.2 ข้อมูลการสัมผัสฝุ่น

ค่าเฉลี่ยของการสัมผัสฝุ่นรวมของกลุ่มตัวอย่างมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.3218 ± 0.1868 mg/m^3 โดยกลุ่มที่สัมผัสฝุ่นรวมสูงสุด 3 อันดับแรก ได้แก่ พนักงานทำความสะอาดมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.6605 ± 0.3211 mg/m^3 พนักงานซ่อมบำรุงมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.4577 mg/m^3 และพนักงานสีข้าวขาวมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.4243 ± 0.1293 mg/m^3 ตามลำดับ

ค่าเฉลี่ยของการสัมผัสฝุ่นขนาดเล็กกลุ่มตัวอย่างมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.0875 ± 0.0525 mg/m^3 โดยกลุ่มที่สัมผัสฝุ่นขนาดเล็กสูงสุด 3 อันดับแรก ได้แก่ พนักงานอบข้าวขาวมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.1628 ± 0.0734 mg/m^{3}พนักงานซ่อมบำรุงมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.01326 mg/m^3 พนักงานตรวจคุณภาพข้าวมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.1205 mg/m^3 ตามลำดับ (ตารางที่ 2)

3.3 ข้อมูลสมรรถภาพปอดของกลุ่มตัวอย่าง

ผลการตรวจสมรรถภาพปอดด้วยสไปโรมิเตอร์ พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีสมรรถภาพปอดปกติจำนวน 25 คน (ร้อยละ 59.5) และมีสมรรถภาพปอดผิดปกติจำนวน 17 คน (ร้อยละ 40.5) ค่าปริมาตรของอากาศที่หายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่จากการหายใจเข้าเต็มที่ (FVC) มากกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 80 ของค่าพยากรณ์ (ร้อยละ 64.3) มีค่าปริมาตรอากาศที่สามารถขับออกในวินาทีแรกของการหายใจจากการหายใจเข้าเต็มที่ (FEV_1) มากกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 80 ของค่าพยากรณ์ (ร้อยละ 78.6) และค่าสัดส่วนระหว่างปริมาตรของอากาศที่หายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่จากการหายใจเข้าเต็มที่ต่อปริมาตรอากาศที่สามารถขับออกในวินาทีแรกของการหายใจจากการหายใจเข้าเต็มที่ (FEV_1/FVC) มากกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 70 ของค่าพยากรณ์ (ร้อยละ 100.0) (ตารางที่ 3) เมื่อแปลผลตรวจสมรรถภาพปอดพบว่ากลุ่มตัวอย่างที่มีสมรรถภาพปอดผิดปกติทั้ง 17 คน ทั้งหมดเป็นแบบจำกัดการขยายตัว (Restrictive) (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 1 ข้อมูลทั่วไปและข้อมูลการทำงานของกลุ่มตัวอย่าง (n=42)

ข้อมูล	กลุ่มตัวอย่าง (n=42)	
	จำนวน	ร้อยละ
เพศ		
ชาย	27	64.3
หญิง	15	35.7
อายุ (ปี)		
≤ 30	17	40.5
31-40	16	38.1
41-50	5	11.9
> 50	4	9.5
ค่าเฉลี่ย 33.50 ± 9.39 ปี พิสัย 20-60		
พื้นที่ผิวร่างกาย (ตารางเมตร)		
≤ 1.55	16	38.1
1.56-1.86	22	52.4
≥ 1.87	4	9.5
ค่าเฉลี่ย 1.64 ± 0.16 ตารางเมตร พิสัย 1.39-2.10		
การสูบบุรี่		
สูบ	17	40.5
ไม่สูบ	25	59.5
ประสบการณ์ทำงาน (ปี)		
≤ 5	15	35.7
6-10	17	40.5
11-15	8	19.0
16-20	1	2.4
> 20	1	2.4
ค่าเฉลี่ย 8.16 ± 5.28 ปี พิสัย 1-22		

ตารางที่ 1 ข้อมูลทั่วไปและข้อมูลการทำงานของกลุ่มตัวอย่าง (n=42) (ต่อ)

ข้อมูล	กลุ่มตัวอย่าง (n=42)	
	จำนวน	ร้อยละ
ตำแหน่งงาน	42.0	100.0
พนักงานขับรถ	4	9.5
พนักงานตรวจคุณภาพข้าว	1	2.4
พนักงานทำความสะอาด	14	33.3
พนักงานสีข้าวขาว	7	16.6
พนักงานสีข้าวนึ่ง	7	16.6
พนักงานอบข้าว	5	11.9
พนักงานนึ่งข้าว	2	4.8
พนักงานซ่อมบำรุง	2	4.8
การใช้อุปกรณ์ป้องกันทางเดินหายใจ		
ใช้	2	4.8
ไม่ใช้	40	95.2

ตารางที่ 2 ข้อมูลการสัมผัสฝุ่นรวมและฝุ่นขนาดเล็กของกลุ่มตัวอย่าง (n=42)

Similar Exposure Group (SEG)	จำนวนพนักงาน (n =42)	จำนวนตัวอย่างฝุ่น (n= 21)	(S.D.) (mg/m^3)	Range (mg/m^3)
ฝุ่นรวม				
กลุ่มที่ 1 พนักงานขับรถ	4	2	0.2961 (0.1272)	0.2062-0.3861
กลุ่มที่ 2 พนักงานตรวจคุณภาพข้าว	1	1	0.1548 (0.0000)	0.1548-0.1548
กลุ่มที่ 3 พนักงานทำความสะอาด	14	6	0.6605 (0.3211)	0.2406-1.2106
กลุ่มที่ 4 พนักงานสีข้าวขาว	7	3	0.4243 (0.1293)	0.2973-0.5558
กลุ่มที่ 5 พนักงานสีข้าวนึ่ง	7	3	0.0775 (0.0393)	0.0390-0.1170
กลุ่มที่ 6 พนักงานอบข้าว	2	1	0.2164 (0.0768)	0.1645-0.2683
กลุ่มที่ 7 พนักงานนึ่งข้าว	5	2	0.2873 (0.0000)	0.2873-0.2873
กลุ่มที่ 8 พนักงานซ่อมบำรุง	2	1	0.4577 (0.0000)	0.4577-0.4577
รวม	42	21	0.3218 (0.1868)	0.0390-1.2106

ตารางที่ 2 ข้อมูลการสัมผัสฝุ่นรวมและฝุ่นขนาดเล็กของกลุ่มตัวอย่าง (n=42) (ต่อ)

Similar Exposure Group (SEG)	จำนวนพนักงาน (n =42)	จำนวนตัวอย่างฝุ่น (n= 21)	(S.D.) (mg/m^3)	Range (mg/m^3)
ฝุ่นขนาดเล็ก				
กลุ่มที่ 1 พนักงานขับรถ	4	2	0.1078 (0.0743)	0.0552-0.1603
กลุ่มที่ 2 พนักงานตรวจคุณภาพข้าว	1	1	0.1205 (0.0000)	0.1205-0.1205
กลุ่มที่ 3 พนักงานทำความสะอาด	14	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	2	1	0.1628 (0.0734)	0.0944-0.2312
กลุ่มที่ 7 พนักงานนึ่งข้าว	5	2	0.0206 (0.0000)	0.0206-0.0206
กลุ่มที่ 8 พนักงานซ่อมบำรุง	2	1	0.1326 (0.0000)	0.1326-0.1326
รวม	42	21	0.0875 (0.0525)	0.0103-0.2312

3.5 ข้อมูลปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับสมรรถภาพปอด

ผลการศึกษาพบว่า อายุ ปริมาณฝุ่นรวม และปริมาณฝุ่นขนาดเล็ก มีความสัมพันธ์กับสมรรถภาพปอดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (P-value = 0.046, 0.031 และ 0.031 ตามลำดับ) ในขณะที่เพศ การสูบบุหรี่ พื้นที่ผิวร่างกายการใช้อุปกรณ์ป้องกันทางเดินหายใจ ประสบการณ์ทำงาน ไม่มีความสัมพันธ์กับสมรรถภาพปอดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (P-value = 0.100, 0.750, 0.417, 1.00 และ 0.126 ตามลำดับ) (ตารางที่ 5 และ 6 ตามลำดับ)

4. อภิปรายผล

ค่าเฉลี่ยของการสัมผัสฝุ่นรวมตลอดระยะเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมงของกลุ่มตัวอย่างในการศึกษานี้ เท่ากับ 0.0466 ± 0.1868 mg/m^3 โดยกลุ่มพนักงานทำความสะอาดสัมผัสสูงที่สุดเนื่องจากลักษณะงานของพนักงานโดยการใช้ไม้กวาดปัดกวาดฝุ่นในพื้นที่การทำงาน จึงทำให้เกิดฝุ่นฟุ้งกระจายทำให้พนักงานสัมผัสกับฝุ่นโดยตรง โดยมีค่าเฉลี่ยการสัมผัสเท่ากับ 0.6605 ± 0.3211 mg/m^3 ซึ่งอยู่ในระดับที่ไม่เกินค่า

มาตรฐานค่ามาตรฐาน OSHA (12) และ ACGIH (13) ที่กำหนดค่ามาตรฐานฝุ่นรวมตลอดระยะเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมงเท่ากับ 15 และ 10 mg/m^3 ผลการศึกษาครั้งนี้ใกล้เคียงกับหลายการศึกษา พบว่าปริมาณฝุ่นรวมมีค่าไม่เกินมาตรฐาน การสัมผัสฝุ่นรวมของกลุ่มตัวอย่างในการศึกษานี้ ใกล้เคียงกับผลการศึกษาการสัมผัสฝุ่นของพนักงานโรงงานบดกาแฟแห่งหนึ่งพบว่า ค่าเฉลี่ยฝุ่นรวมเท่ากับ 1.23 ± 0.8 mg/m^3 (14) นอกจากนี้การศึกษาการสัมผัสฝุ่นในโรงสีข้าวของการศึกษาหนึ่งพบว่าค่าเฉลี่ยฝุ่นรวมแผนกสีข้าวเท่ากับ 0.903 ± 0.641 mg/m^3 (9) และอีกการศึกษาหนึ่งพบว่ามีค่าเท่ากับ 2.98 ± 2.46 mg/m^3 ซึ่งอยู่ในระดับที่ไม่เกินค่ามาตรฐานค่ามาตรฐานเช่นเดียวกัน (15)

ตารางที่ 3 ข้อมูลผลการตรวจสมรรถภาพปอดเปรียบเทียบกับค่าพยากรณ์ของกลุ่มตัวอย่าง (n=42)

ค่าจากการตรวจสมรรถภาพปอด	กลุ่มตัวอย่าง (n=42)	
	จำนวน	ร้อยละ
ปกติ	**25**	**59.5**
ผิดปกติ	**17**	**40.5**
FVC*		
≥ ร้อยละ 80 ของค่าพยากรณ์	27	64.3
< ร้อยละ 80 ของค่าพยากรณ์	15	35.7
FEV_1**		
≥ ร้อยละ 80 ของค่าพยากรณ์	33	78.6
< ร้อยละ 80 ของค่าพยากรณ์	9	21.4
FEV_1/FVC***		
≥ ร้อยละ 70 ของค่าพยากรณ์	42	100.0
< ร้อยละ 70 ของค่าพยากรณ์	0	0.0

หมายเหตุ : * คือ ค่าปริมาตรของอากาศที่หายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่จากการหายใจเข้าเต็มที่ (FVC)

** คือ ค่าปริมาตรอากาศที่สามารถขับออกในวินาทีแรกของการหายใจจากการหายใจเข้าเต็มที่ (FEV_1)

*** คือ ค่าสัดส่วนระหว่างปริมาตรของอากาศที่หายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่จากการหายใจเข้าเต็มที่ต่อปริมาตรอากาศที่สามารถขับออกในวินาทีแรกของการหายใจจากการหายใจเข้าเต็มที่ (FEV_1/FVC)

ตารางที่ 4 ข้อมูลผลการตรวจสมรรถภาพปอดที่ผิดปกติของกลุ่มตัวอย่าง (n=17)

ข้อมูลสมรรถภาพปอด	กลุ่มตัวอย่าง (n=17)	
	จำนวน	ร้อยละ
ปกติ	25	59.5
ผิดปกติ	17	40.5
แบบจำกัดการขยายตัว (Restrictive)	17	100
แบบหลอดลมอุดกั้น (Obstructive)	0	0.0
แบบผสม (Mixed)	0	0.0

ตารางที่ 5 ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับสมรรถภาพปอดโดยใช้สถิติสถิติฟิชเชอร์ (n=42)

ตัวแปร	n (42)	สมรรถภาพปอด		P-value	
		ปกติ จำนวน (ร้อยละ)	ผิดปกติ จำนวน (ร้อยละ)		
เพศ					
ชาย	27	19 (70.4)	8 (29.6)	3.692	0.100†
หญิง	15	6 (40.0)	9 (60.0)		
การสูบบุหรี่					
สูบ	17	11 (64.7)	6 (35.3)	0.318	0.750†
ไม่สูบ	25	14 (56.0)	11 (44.0)		
การใช้อุปกรณ์ป้องกันทางเดินหายใจ					
ใช้	2	1 (50.0)	1 (50.0)	0.079	1.00†
ไม่ใช้	40	24 (60.0)	16 (40.0)		

หมายเหตุ : † Fisher's Exact Test

ตารางที่ 6 ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์สมรรถภาพปอดโดยใช้ค่าสหสัมพันธ์ (n=42)

ตัวแปร	สมรรถภาพปอด	
	ETA Coefficient	P-value
อายุ	0.82	0.046*
พื้นที่ผิวร่างกาย	0.975	0.417
ประสบการณ์ทำงาน	0.224	0.126
การสัมผัสฝุ่นรวม	0.614	0.031*
การสัมผัสฝุ่นขนาดเล็ก	0.614	0.031*

หมายเหตุ : * P-value < 0.05

facebook.com/2madames

ค่าเฉลี่ยการสัมผัสฝุ่นขนาดเล็กตลอดระยะเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมงของกลุ่มตัวอย่างในการศึกษานี้เท่ากับ 0.0875 ± 0.0525 mg/m^3 โดยกลุ่มที่สัมผัสรวมสูงสุดคือ พนักงานอบข้าวขาว มีลักษณะการทำงานคือ ควบคุมเครื่องอบข้าว การทำงานของเครื่องอบข้าวจะใช้ลมร้อนจากเตาเผาแกลบเป่าข้าวจากพื้นให้ลอยขึ้น-ลงอยู่ภายในตู้อบเพื่อลดความชื้น ขณะที่อบเมล็ดข้าวอาจมีการเสียดสีและแตกหักจนเกิดเป็นฝุ่น และการใช้ลมเป่าจากพื้นเป็นการก่อกวนให้ฝุ่นฟุ้งกระจายได้ดีในตู้ และหลังจากอบเสร็จพนักงานต้องเปิดตู้อบเพื่อถ่ายข้าวไปยังเครื่องจักรถัดไป จึงทำให้เกิดการฟุ้งกระจายของฝุ่นจำนวนมาก โดยมีค่าเฉลี่ยการสัมผัสเท่ากับ 0.1628 ± 0.0734 mg/m^3 ซึ่งอยู่ในระดับที่ไม่เกินค่ามาตรฐานค่า OSHA (12) และ ACGIH (13) ที่กำหนดค่ามาตรฐานฝุ่นขนาดเล็กตลอดระยะเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมงเท่ากับ 5 และ 3 mg/m^3 การสัมผัสฝุ่นขนาดเล็กของกลุ่มตัวอย่างในการศึกษานี้ ใกล้เคียงกับผลการศึกษาที่ผ่านมา พบว่าค่าเฉลี่ยฝุ่นขนาดเล็กในโรงสีข้าวเท่ากับ 0.09 ± 1.21 mg/m^3 (15) และอีกการศึกษาหนึ่ง พบว่าค่าเฉลี่ยฝุ่นขนาดเล็กแผนกสีข้าวเท่ากับ 0.664 ± 0.239 mg/m^3 ซึ่งอยู่ในระดับที่ไม่เกินค่ามาตรฐานเช่นเดียวกัน (9)

ผลการตรวจสมรรถภาพปอดด้วยสไปโรมิเตอร์ พบว่ากลุ่มตัวอย่างมีสมรรถภาพปอดผิดปกติ ร้อยละ 40.5 เมื่อแปลผลพบว่าสมรรถภาพปอดที่ผิดปกติทั้งหมดเป็นแบบจำกัดการขยายตัว (Restrictive) ร้อยละ 100 สอดคล้องกับการศึกษาที่ผ่านมา พบว่าสมรรถภาพปอดที่ผิดปกติส่วนใหญ่เป็นแบบจำกัดการขยายตัว (9)

ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าอายุมีความสัมพันธ์กับสมรรถภาพปอด (P-value = 0.046) สอดคล้องกับการศึกษาหนึ่งในประเทศตุรกี พบว่าอายุมีความสัมพันธ์กับสมรรถภาพปอดของคนงานในยุ้งฉาง (16) และการศึกษาหนึ่งในประเทศไทยแสดงให้เห็นว่าอายุที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้สมรรถภาพปอดผิดปกติเพิ่มขึ้น (17) นอกจากนี้การศึกษาในครั้งนี้พบว่า การสัมผัสฝุ่นรวมและฝุ่นขนาดเล็กมีความสัมพันธ์กับสมรรถภาพปอด (P-value = 0.031 และ 0.031 ตามลำดับ) สอดคล้องกับการศึกษาที่ผ่านมา พบว่า ปริมาณความเข้มข้นของฝุ่นทุกขนาดมีความสัมพันธ์กับสมรรถภาพปอดของคนงานในโรงสีข้าว (18) เช่นเดียวกับอีกการศึกษาหนึ่งพบว่า ปริมาณฝุ่นมีความสัมพันธ์เชิงลบกับค่าสัดส่วนระหว่างค่า FEV_1/FVC อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (9)

ในขณะที่ เพศ (P-value = 0.100) การสูบบุหรี่ (P-value = 0.750) พื้นที่ผิวร่างกาย (P-value = 0.417) การใช้อุปกรณ์ป้องกันทางเดินหายใจ (P-value = 1.00) ไม่มีความสัมพันธ์กับสมรรถภาพปอดในการศึกษาครั้งนี้ ซึ่งไม่สอดคล้องกับการศึกษาหลายการศึกษาที่ผ่านมา อุปกรณ์ป้องกันทางเดินหายใจที่กลุ่มตัวอย่างในการศึกษานี้ใช้เป็นหน้ากากอนามัยชนิดที่เน้นป้องกันเชื้อโรคและแบคทีเรีย สามารถกรองฝุ่นขนาดใหญ่ได้ แต่ไม่สามารถป้องกันฝุ่นขนาดเล็กได้ ดังนั้นกลุ่มตัวอย่างที่สวมใส่หน้ากากอนามัยจึงมีโอกาสสัมผัสกับฝุ่นเข้าสู่ร่างกายได้เช่นกัน จึงอาจทำให้ไม่พบความสัมพันธ์ในการศึกษาครั้งนี้ เพศชายส่วนใหญ่จะมีปริมาตรปอดมากกว่าเพศหญิงในขณะที่ความสูงเท่ากัน (19) พื้นที่ผิวร่างกายมีความสัมพันธ์กับค่าสมรรถภาพปอด และจากสูตรคำนวณพื้นที่ผิวร่างกายซึ่งเป็นความสัมพันธ์ระหว่างความสูงและน้ำหนักพบว่าน้ำหนักที่มากขึ้น จะทำให้ปริมาณปอดและความจุปอดมากขึ้นด้วย (20)

5. สรุปและข้อเสนอแนะ

ค่าเฉลี่ยของการสัมผัสฝุ่นรวมและฝุ่นขนาดเล็กตลอดระยะเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมงของกลุ่มตัวอย่างเท่ากับ 0.3218 ± 0.1868 mg/m^3 และ 0.0875 ± 0.0525 mg/m^3 ตามลำดับ โดยกลุ่มตัวอย่างมีสมรรถภาพปอดผิดปกติ ร้อยละ 40.5 ซึ่งทั้งหมดผิดปกติแบบจำกัดการขยายตัว ผลการศึกษาพบว่า อายุ การสัมผัสฝุ่นรวม และฝุ่นขนาดเล็กมีความสัมพันธ์กับสมรรถภาพปอดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นควรหามาตรการในการลดการสัมผัสฝุ่น เพื่อป้องกันการเสื่อมสมรรถภาพปอดของพนักงานในโรงสีข้าว

6. เอกสารอ้างอิง

1. สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. ยุทธศาสตร์วิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมข้าว (พ.ศ. 2554-2559) ภายใต้แผนกลยุทธ์การวิจัยและพัฒนา สวทช. ระยะที่ 2 พ.ศ. 2554 – 2559. สวทช. 2555; 7-22.

2. 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.

3. วันทนี พันธุ์ประสิทธิ์. สุขศาสตร์อุตสาหกรรม กลยุทธ์ประเมิน ควบคุมและจัดการ. กรุงเทพฯ : เบสท์กราฟฟิค เพรส, 2557: 44-5

4. นพภาพร พานิช และ คณะ. ตำราระบบบำบัดมลพิษอากาศ. กรุงเทพมหานคร : กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2547.

5. สุจิรา ประสารพันธ์. ฝุ่นละอองในสิ่งแวดล้อมและฝุ่นละอองที่คนงานได้รับในโรงสีข้าว จังหวัดกาฬสินธุ์. [วิทยานิพนธ์ปริญญาสาธารณสุขศาสตรมหาบัณฑิต]. ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2545

6. Occupational Safety and Health Administration. 1988 OSHA PEL Project Documentation. Available at http://www.cdc.gov/niosh/pel88/dusts.html, accessed January 17,2016.

7. 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, Available

at http://www.cdc.gov/niosh/pel88/DUSTS.html, accessed January 17, 2016.

8. กระทรวงสาธารณสุข. แผนบูรณาการด้านสิ่งแวดล้อมและสุขภาพกระทรวงสาธารณสุข ประจำปี 2558. 2557.

9.พิชญาภัค ศรีจำนงค์. การสัมผัสฝุ่นและสมรรถภาพปอดของคนงานในโรงสีข้าวขนาดใหญ่. [วิทยานิพนธ์ปริญญาพยาบาลศาสตรมหาบัณฑิต]. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2548

10. เอกสารคณะกรรมการแพทย์ของกองทุนเงินทดแทน สำนักงานประกันสังคม. โรคปอดจากการทำงาน (Occupational Lung Diseases). เข้าถึงได้ที่ http://info.muslimthaipost.com/main/index.php?page=sub&category=29&id=11195, เข้าถึงเมื่อ 17 มกราคม 2559.

11. สมาคมอุรเวชช์แห่งประเทศไทย. แนวทางการตรวจสมรรถภาพปอด.2545. เข้าถึงได้ที่ http://thaichest.net/images/article/guideline/GuidelinePFT.pdf, เข้าถึงเมื่อ 17 มกราคม 2559.

12. National Institute for Occupational Safety and Health.NIOSH Manual of Analytical Methods (NMAM), Method 0500 Particulates not otherwise regulated Respirable.1994, 4th ed. Issue 2. Available at https://www.cdc.gov/niosh/docs/2003-154/pdfs/0500.pdf, accessed January 17, 2016.

13. National Institute for Occupational Safety and Health. NIOSH Manual of Analytical Methods (NMAM), Method 0600 Particulates not otherwise regulated Respirable. 1998, Issue 3. Available at https://www.cdc.gov/niosh/docs/2003-154/pdfs/0600.pdf, accessed January 17, 2016.

14. Sakwari G, Bråtveit M, Mamuya SH, Moen BE. Dust exposure and chronic respiratory symptoms among coffee curing workers in Kilimanjaro: a cross sectional study. BMC Pulmonary Medicine 2011;11(54):

15. สมสมัย แพงดวง. ปริมาณฝุ่นละอองที่ผู้ปฏิบัติงานโรงสีข้าวขนาดเล็กในหมู่บ้านได้รับขณะปฏิบัติงาน อำเภอโนนศิลา จังหวัดขอนแก่น. [วิทยานิพนธ์ปริญญาสาธารณสุขศาสตรมหาบัณฑิต]. ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2551

16. Balbay EG, Cakiroglu EB, Arbak P, Balbay O, Avcıoglu F, Belada A. Respiratory symptoms and functions in barn workers. Annals of Agricultural and Environmental Medicine 2014;21(1): 25-28.

17. พรรณิภา สืบสุข. ความสัมพันธ์ระหว่างการรับรู้ลักษณะงาน ภาวะผู้นำการเปลี่ยนแปลงของหัวหน้าหอผู้ป่วยกับความสุขในการทำงานของพยาบาลประจำการ โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยของรัฐ. [วิทยานิพนธ์ปริญญาพยาบาลศาสตรมหาบัณฑิต]. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2548

18. กัลยา หาญพิชาญชัย. ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการเสื่อมสมรรถภาพปอดของคนงานในโรงสีข้าว. [วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต]. กรุงเทพฯ:มหาวิทยาลัยมหิดล, 2548

19. Holdbrook HJ, Tobacco, In WD, Jean et al. (Eds.). Harrison's principles of internal medicine. 12th ed. New York: McGraw-Hill, 1991: 2158-16.

20. Mohan M, Aprajita, Panwar NK. Effect of wood dust on respiratory health status of carpenters. J Clin Diagn Res 2013;7(8): 1589-91.