

การออกแบบระบบระบายอากาศเฉพาะที่ในแผนกทอดอาหารปลา Design of local exhaust ventilation system for frying department

จงกล สังข์อ่วม*, วสุรัตน์ บุญเพ็ง และ ธารทิพย์ ทองมี

สาขาวิชาวิศวกรรมความปลอดภัย คณะวิศวกรรมศาสตร์ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
สถาบันเทคโนโลยีแห่งสุวรรณภูมิ

Chongkol Sungoum, Wasurat Bunpheng and Tarntip Thongme*

*Safety Engineering Faculty of Engineering Science and Technology
Suvarnabhumi Institute of Technology*

**Corresponding Author: Chongkol.sum@svit.ac.th*

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาเชิงทดลองและปรับปรุงประสิทธิภาพระบบระบายอากาศในห้องทอดอาหารปลา ซึ่งพนักงานได้รับผลกระทบจากการสัมผัสอนุภาคแขวนลอยจากการน้ำมันทอดอาหารที่สะสมภายในห้อง การประเมินประสิทธิภาพของระบบระบายอากาศ ใช้การออกแบบเพื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานตาม ACGIH (2019) หลังจากนั้นจึงทำการจำลองภาพเสมือนจริงการกระจายตัวของฝุ่นที่เกิดจากขั้นตอนการทอดอาหารปลาโดยใช้โปรแกรมที่ช่วยในการจำลองของไหลของอากาศ (SolidWorks) เพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพของระบบระบายอากาศว่าขณะพนักงานปฏิบัติงานสามารถดูดอนุภาคแขวนลอยในอากาศได้หมดหรือไม่ ซึ่งในการปรับปรุงประสิทธิภาพของระบบระบายอากาศจึงต้องทำการเพิ่มแรงดูดของฮูด (Hood) ให้สามารถดูดอนุภาคแขวนลอยในอากาศที่เกิดจากการเผาไหม้ในภายในห้องทอดอาหารปลา จากผลการศึกษาพบว่าระบบระบายอากาศแบบเฉพาะที่ ที่สร้างขึ้นสามารถมีอัตราการไหลของอากาศ 4529.60 ลูกบาศก์ฟุตต่อวินาที เพิ่มฮูดเป็น 2 ฮูด สามารถเพิ่มอัตราความเร็วลมเฉลี่ย 53.50 ฟุตต่อนาที เป็น 309 ฟุตต่อนาที ในฮูด A และ 321 ฟุตต่อนาที ในฮูด B สามารถลดการสัมผัสฝุ่นละอองจากเดิมที่ระดับความเข้มข้น 17.14 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ลดลงเหลือ 1.15 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และลดการสัมผัสฝุ่นละอองขนาดเล็กจากเดิมที่ระดับความเข้มข้น 5.52 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ลดลงเหลือ 0.36 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ใช้แรงม้าพัดลม (Horse Power, HP) เท่ากับ 1.51 แรงม้า และ 1.43 แรงม้า ตามลำดับ ผลจากการทดลองชี้ให้เห็นว่าระบบระบายอากาศที่ออกแบบตามคำแนะนำ ACGIH (2019) สามารถใช้การลดการสะสมอนุภาคแขวนลอยในอากาศบริเวณพื้นที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

Received : 25 April 2021

Revised : 20 May 2021

Accepted : 28 June 2021

Online publication date : 30 June 2021

คำสำคัญ: ระบบระบายอากาศเฉพาะที่, การจำลอง, การออกแบบ

Abstract

This research is an experimental study and improvement of ventilation system in the frying room. The employees are affected by the exposure to the particulate matter from the fried food oil spread in the room. This objective of this research was to assess ventilation system efficiency in an area of frying food process and to design a local ventilation system to comply with ACGIH [2] by using Solidworks software. The local ventilation system was tested for efficiency by measuring the velocity of the hood and the concentration of dust before and after install ventilation system during operation in the working area. The results showed that air flow rate of local ventilation system was 4529.60 cubic feet per second. Adding 2 hoods increased the average air velocity from 53.50 feet per minute to 309 feet per minute in hood (A) and 321 feet per minute in hood (B). In addition, total dust was reduced from 17.14 milligrams per cubic meter to 1.15 milligrams per cubic meter. Therefore, the small dust exposure was reduced from 5.52 milligrams per cubic meter to 0.36 milligrams per cubic meter. Fan was used in this study. The horsepower (Horse Power, HP) of fan were 1.51 hp and 1.43 hp, respectively. According, the results of the experiment indicated that a ventilation system designed in accordance with the ACGIH (2019) recommendation which can be used to reduce the particulate matter accumulation in ambient air effectively.

Keyword: Local exhaust ventilation, Simulation, Design

บทนำ

คุณภาพอากาศภายในโรงงานอุตสาหกรรมถือเป็นปัญหาที่ทวีความรุนแรงมากขึ้นในปัจจุบัน เนื่องจากพนักงานใช้เวลา 8-9 ชั่วโมงต่อวัน ทำงานอยู่ภายในไลน์ผลิต หรือทำกิจกรรมภายในโรงงานอุตสาหกรรม ส่งผลให้คุณภาพของอากาศภายในโรงงานอุตสาหกรรม เป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อสุขภาพ โดยคุณภาพของอากาศ หมายถึง สภาวะอากาศที่ต้อง ไม่มีสิ่งปนเปื้อนในระดับที่ยอมรับได้ อากาศในพื้นที่นั้นมีระบบควบคุมให้ควันหรือสารปนเปื้อนต่างๆ อยู่ในระดับที่ไม่เกินมาตรฐาน หรือไม่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพพนักงานภายในโรงงานอุตสาหกรรม (พรพิมล กองทิพย์, 2543) การทำงานภายใต้สภาพแวดล้อมที่ส่งผลกระทบต่อระบบทางเดินหายใจ ซึ่งหากปล่อยทิ้งไว้เป็นเวลานานอาจก่อให้เกิดโรคจากการทำงาน จึงเป็นเรื่องที่ได้รับการสนใจ และจำเป็นต้องป้องกันการเกิดปัญหาต่อสุขภาพของพนักงาน

จากการสำรวจคุณภาพอากาศภายในโรงงานผลิตอาหารสัตว์ส่งออก บริเวณแผนกทอดอาหารปลา มีควันที่เกิดจากการเผาไหม้เป็นจำนวนมาก เนื่องจากระบบระบายอากาศที่ติดตั้งภายในแผนกทอดอาหารปลา นั้น มีระบบระบายอากาศที่ไม่มีประสิทธิภาพในกำจัดควันลอยอยู่ในบริเวณพื้นที่การทำงาน อาจก่อให้เกิดการ

ระคายเคืองต่อระบบทางเดินหายใจของผู้ปฏิบัติงาน และหากมีการสัมผัสเป็นระยะเวลานานอาจก่อให้เกิดปัญหาที่ระบบทางเดินหายใจเรื้อรังได้ (ลักษณะ เหล่าเกียรติ, 2560)

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ตระหนักถึงปัญหาคุณภาพอากาศของโรงงานผลิตอาหารสัตว์ส่งออก แผนกทอดอาหารปลา ที่มีการฟุ้งกระจายของควัน อันเกิดจากการใช้ระบบระบายอากาศที่ไม่มีประสิทธิภาพ จึงจำเป็นต้องออกแบบระบบระบายอากาศใหม่ให้เป็นไปตามมาตรฐาน ACGIH (2019) เพื่อลดการสะสมของควันและลดความเสี่ยงในการเกิดโรคจากการทำงานของพนักงาน

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาออกแบบระบบระบายอากาศในแผนกทอดอาหารปลาให้สามารถดูดควันได้ดีและเป็นไปตามคำแนะนำของ ACGIH (2019)
2. เพื่อลดปัญหาคันและการสะสมของอนุภาคแขวนลอยในอากาศบริเวณพื้นที่ปฏิบัติงานแผนกทอดอาหารปลา

สมมติฐานในการวิจัย

1. ระบบระบายอากาศที่ไม่เป็นไปตามคำแนะนำของ ACGIH (2019) อาจทำให้ความสามารถในการดูดควันไม่ดี
2. ระบบระบายอากาศที่มีอาจไม่สามารถลดปัญหาคันและการสะสมของอนุภาคแขวนลอยในอากาศบริเวณพื้นที่ปฏิบัติงานแผนกทอดอาหารปลาได้

ขอบเขตงานวิจัย

1. ศึกษาปริมาณการสะสมของอนุภาคแขวนลอยในอากาศบริเวณพื้นที่ปฏิบัติงานแผนกทอดอาหารปลาของบริษัทผลิตอาหารแห่งหนึ่ง ซึ่งตั้งอยู่ ณ อำเภอเมืองสมุทรปราการ จังหวัดสมุทรปราการ ด้วยการเก็บตัวอย่างอนุภาคทุกขนาดที่อาจสูดเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจได้ (inhalation dust) และอนุภาคขนาดเล็กที่อาจสูดเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจได้ (respirable dust)
2. ศึกษาประสิทธิภาพของระบบระบายอากาศเฉพาะที่ตามมาตรฐาน ACGIH (2019)

รูปแบบงานวิจัย

วิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research)

ประโยชน์ที่รับจากการวิจัย

1. ทราบปริมาณอนุภาคแขวนลอยในอากาศที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตอาหารปลา และผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นต่อพนักงานที่ทำงาน
2. ได้ระบบระบายอากาศที่มีประสิทธิภาพมากกว่าเดิมและเป็นไปตามมาตรฐาน ACGIH (2019)
3. สามารถลดการสะสมของควันและอนุภาคแขวนลอยในอากาศบริเวณพื้นที่ปฏิบัติงาน

วัสดุและอุปกรณ์ในการวิจัย

1. เครื่องมือเก็บตัวอย่างอากาศ (Air Sampling Pump)
2. เครื่องมือวัดอัตราการไหลอากาศ (Flow meter) ที่มีความแม่นยำ $\pm 0.5\%$
3. เครื่องมือวัดความเร็วลม Anemometer แบบ Hot Wire แสดงผลดิจิทัล ใช้วัดปริมาณความเร็วลมที่ไหลผ่าน (Air flow velocity)
4. เครื่องชั่งละเอียด ใช้เครื่องชั่งกระต่ายกรงที่มีสภาพไว 0.01 มิลลิกรัม (mg)
5. ตลับเมตร เพื่อใช้วัดระยะความยาวของท่อนำอากาศ และขนาดฮูด รวมถึงระบบระบายอากาศที่มีอยู่เดิม
6. มาตรฐานการออกแบบระบบระบายอากาศ ACGIH 2019 (industrial ventilation a manual of recommended practice for design 30th Edition)

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการศึกษางานวิจัยนี้ประกอบไปด้วย 6 ขั้นตอน ดังนี้

1. ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง กฎหมาย และมาตรฐานต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบระบบระบายอากาศในห้องทอดอาหารปลา เพื่อใช้ในการประเมินและปรับปรุงประสิทธิภาพระบบระบายอากาศ
2. ศึกษาและรวบรวมข้อมูลของห้องทอดอาหารปลา ของบริษัทผลิตอาหารสัตว์แห่งหนึ่งทำการศึกษาค้นคว้าระบบระบายอากาศเฉพาะที่
 - 2.1 รวบรวมข้อมูลขนาดห้องทอดอาหารปลา
 - 2.2 รวบรวมข้อมูลชนิดและปริมาณของมลพิษที่เกิดจากกระบวนการทอดอาหารปลา
 - 2.3 รวบรวมข้อมูลชนิดของฮูด (Hood) ดูดอากาศเดิมที่ใช้อยู่
3. ออกแบบการประเมินประสิทธิภาพของระบบระบายอากาศของห้องทอดอาหารปลา
 - 3.1 ตรวจวัดปริมาณความเข้มข้นของอนุภาคของฝุ่นในอากาศ ตามมาตรฐาน NIOSH Method 0500 และ 0600 ของห้องทอดอาหารปลาเพื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน OSHA (2019)
 - 3.2 ตรวจวัดความเร็วลมหน้าฮูด (Hood) เปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน ACGIH (2019)
 - 3.3 เก็บรวบรวมข้อมูลความเร็วลมในปล่องระบบระบายอากาศของระบบฮูด เพื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานมาตรฐาน ACGIH (2019)
4. สร้างแบบจำลองห้องทอดอาหารปลา โดยกำหนดให้ปริมาณความเข้มข้นของฝุ่นละอองเป็นตัวแทนของสารเคมีภายในห้อง โดยประยุกต์ใช้โปรแกรม Solidworks ในการจำลองภาพเสมือนจริง
5. ออกแบบและปรับปรุงระบบระบายอากาศ และติดตั้งระบบระบายอากาศตามแบบที่ได้ทำการจำลอง
6. เปรียบเทียบประสิทธิภาพของระบบอากาศเดิมกับระบบระบายอากาศใหม่

ผลการวิจัย

ผลการศึกษาและรวบรวมข้อมูลห้องทอดอาหารปลา ในการศึกษาทางวิจัยนี้ใช้ห้องทอดอาหารปลาของบริษัทผลิตอาหารแห่งหนึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างในการศึกษา ดังแสดงในภาพที่ 1 โดยการรวบรวมข้อมูลตัวอย่างของห้องทอดอาหารปลาได้ผลดังนี้



ภาพที่ 1 แสดงห้องบริเวณแผนกทอดอาหารปลา

1. วิธีการเก็บตัวอย่างและวิเคราะห์ตัวอย่าง

ทำการเก็บอนุภาคทุกขนาดที่อาจสูดเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจได้ (Inhalable dust) และอนุภาคขนาดเล็กที่อาจสูดเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจได้ (Respirable dust) เก็บตัวอย่างแบบตลอดช่วงเวลาการทำงาน (single sample for full period) เก็บโดยใช้ปั๊มเก็บตัวอย่าง (Air sampling pump; GilAir Plus, SENSIDYNE) ดังแสดงในภาพที่ 3 ด้วยกระดาศกรองประเภทโพลีไวนิลคลอไรด์ (ขนาด 5 ไมโครเมตร) โดยใช้อัตราการไหลของอากาศเท่ากับ 1 ลิตรต่อนาที และ 2.5 ลิตรต่อนาที เป็นระยะเวลา 8 ชั่วโมง จากนั้นนำกระดาศกรองบรรจุลงในตลับใส่ตัวกรองขนาด 37 มิลลิเมตร เพื่อนำไปเก็บตัวอย่างและวิเคราะห์คำนวณปริมาณความเข้มข้นของฝุ่นจากสมการที่ (1)

จากผลการตรวจวัดและคำนวณปริมาณความเข้มข้นของฝุ่น โดยจะทำการวัดก่อนการปรับปรุงซึ่งผลการตรวจวัด พบว่าค่าตรวจวัดของอนุภาคทุกขนาดที่อาจสูดเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจได้ (Inhalable dust) ดังแสดงในภาพที่ 2 ก่อนการปรับปรุงระบบระบายอากาศมีความเข้มข้นอยู่ที่ 17.14 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร นำมาเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน OSHA (2019) ที่กำหนดความเข้มข้นของอนุภาคทุกขนาดที่อาจสูดเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจได้ (Inhalable dust) กำหนดขั้นต่ำที่ 15 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และอนุภาคขนาดเล็กที่อาจสูดเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจได้ (Respirable dust) ดังแสดงในภาพที่ 3 ก่อนการปรับปรุงระบบระบายอากาศมีความเข้มข้นอยู่ที่ 5.52 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร นำมาเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน OSHA (2019) ที่กำหนดความเข้มข้นของอนุภาคทุกขนาดที่อาจสูดเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจได้กำหนดขั้นต่ำที่ 5 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร แสดงให้เห็นว่าประสิทธิภาพของระบบระบายอากาศมีประสิทธิภาพต่ำ

$$C = \frac{(W_2 - W_1) - (B_2 - B_1)}{V} \times 10^3 \quad (1)$$

C = ปริมาณความเข้มข้นของอนุภาค (mg/m^3)

W_1 = น้ำหนักเฉลี่ยของกระตาศกรองก่อนเก็บตัวอย่าง (mg)

W_2 = น้ำหนักเฉลี่ยของกระตาศกรองหลังเก็บตัวอย่าง (mg)

B_1 = น้ำหนักเฉลี่ยของกระตาศกรองตัวอย่างเปล่าภาคนามก่อนเก็บตัวอย่าง (mg)

B_2 = น้ำหนักเฉลี่ยของกระตาศกรองตัวอย่างเปล่าภาคนามหลังเก็บตัวอย่าง (mg)

V = ปริมาตรอากาศที่เก็บได้ (m^3)

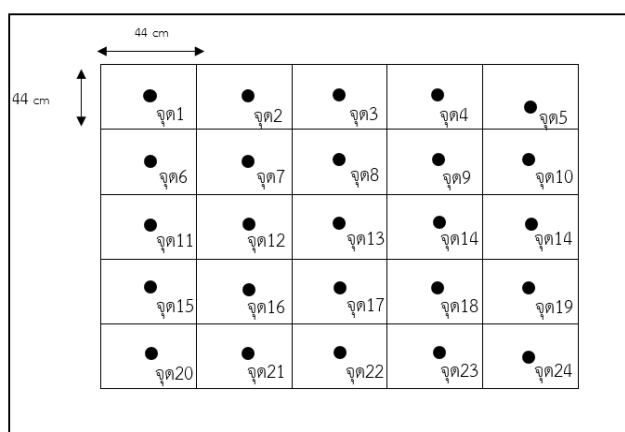


ภาพที่ 2 การเก็บตัวอย่างก่อนและหลังปรับปรุงระบบระบายอากาศเฉพาะที่ตามแบบวิธี NIOSH 0500, อนุภาคทุกขนาดที่อาจสูดเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจได้ (Inhalable dust) บริเวณจุดทอดอาหารปลา

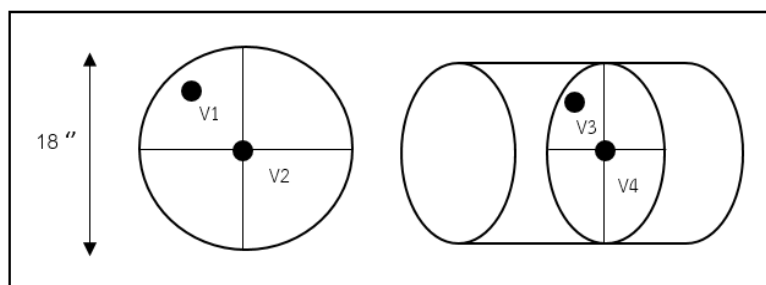


ภาพที่ 3 การเก็บตัวอย่างก่อนและหลังปรับปรุงระบบระบายอากาศเฉพาะที่ตามแบบวิธี NIOSH 0600, อนุภาคขนาดเล็กที่อาจสูดเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจได้ (Respirable Dust) พนักงานแผนกทอดอาหารปลา

2. ผลการตรวจวัดความเร็วลมหน้าฮูด พบว่าค่าเฉลี่ยของหน้าฮูดมีค่า 53.50 ฟุตต่อนาที ดังแสดงในภาพที่ 4 ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐาน ACGIH (2019) แล้วพบว่าค่าความเร็วลมหน้าฮูดมีค่าต่ำกว่ามาตรฐานกำหนดระหว่าง 200-500 ฟุตต่อนาที และความเร็วลมในท่อนำอากาศของระบบระบายอากาศที่วัดได้มีค่า 2,178 ฟุตต่อนาที ดังแสดงในภาพที่ 5 ในขณะที่ความเร็วลมในท่อนำอากาศมีค่าสูงกว่าขั้นต่ำของมาตรฐาน ACGIH (2019) ที่ระบุไว้ที่ 1,000 – 2,000 ฟุตต่อนาที

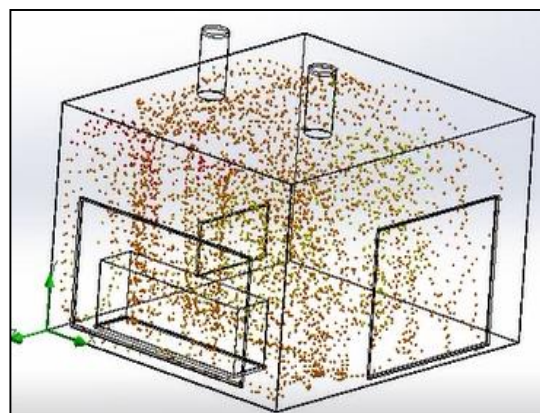
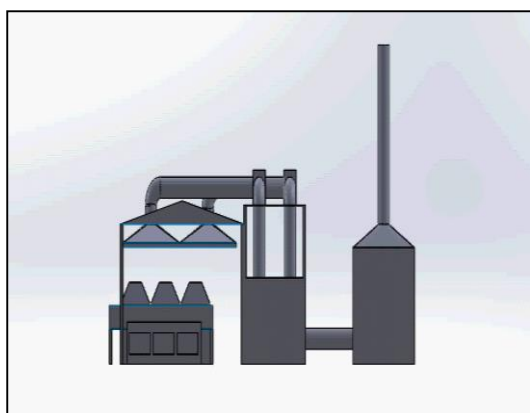


ภาพที่ 4 แสดงผลการตรวจวัดความเร็วลมหน้าฮูด



ภาพที่ 5 แสดงตำแหน่งการตรวจวัดความเร็วลมหน้าท่อและในท่อ

3. ผลการจำลองระบบระบายอากาศในห้องทอดอาหารปลาโดยใช้โปรแกรมจำลองของไหลของอากาศ Solidworks Simulation จากศึกษาปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการออกแบบระบบระบายอากาศเฉพาะที่ โดยอาศัยวิธีการออกแบบมาตรฐาน ACGIH (2019) ทั้งเทคนิคและข้อปฏิบัติ รวมทั้งการหาประสิทธิภาพที่เหมาะสมของระบบ ได้เลือกการออกแบบชุดโดยใช้ Receiving Hood เนื่องจากกระบวนการผลิตมีลักษณะ ก๊าซไอเสียพุ่งขึ้น เช่น เชื้อ ควัน และเลือกใช้ High Canopy Rectangular Hood ซึ่งเหมาะกับ ขบวนการผลิตที่มีอุณหภูมิ (Hot Process) อย่างแผนกทอดอาหารปลา และได้จำลองการออกแบบใช้ โปรแกรม SolidWorks ดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6 แบบจำลองระบบระบายอากาศและการไหลของอากาศด้วยโปรแกรม Solid Work

4. ผลการปรับปรุงประสิทธิภาพของระบบระบายอากาศภายในอาคารทอดอาหารปลา จากผลพบว่า ภายในอาคารทอดอาหารปลา ควรมีการติดตั้งระบบการระบายอากาศแบบเฉพาะที่ (Local Exhaust Ventilation) ชนิด canopy hood หรือ receiving hood ซึ่งชุดชนิดนี้นิยมใช้กับกระบวนการผลิตที่มีสารปนเปื้อนได้รับความร้อนและลอยขึ้นสู่ระยะที่สูงที่สุดสามารถดูดได้โดยไม่ต้องใช้พลังงาน canopy และเลือกเป็น ชนิด high canopy ซึ่งมีความเหมาะสมกับกระบวนการผลิตประเภทการเผา และการทอดที่มีควัน

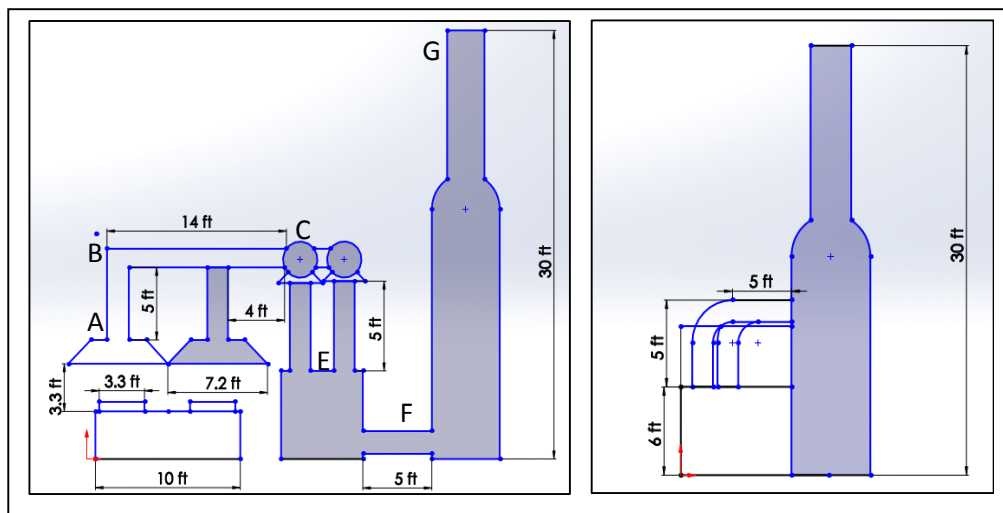
5. ผลการคำนวณระบบระบายอากาศแบบเฉพาะที่ในการควบคุมควันดังแสดงในตารางที่ 1 และ ตารางที่ 2 พบว่าการออกแบบระบบระบายอากาศและติดตั้งระบบระบายอากาศทั้ง 2 ตัว ตามภาพที่ 7 ได้ออกแบบโดยใช้การออกแบบตามมาตรฐาน ACGIH (2019) กำหนดให้ระยะห่างระหว่างหน้าสุดกับจุดกำหนดมลพิษห่างกันที่ 3.28 ฟุต ความกว้างของ Rectangular high canopy hood เป็นขนาด 7x7 ฟุต จากการคำนวณพบว่าค่าความเร็วจับ (Capture Velocity) เท่ากับ 100 ฟุตต่อนาที ค่าความเร็วในเส้นท่อนำอากาศ เท่ากับ 2564.54 ฟุตต่อนาที ได้แรงม้าพัดลม (Horse Power, HP) เท่ากับ 1.51 แรงม้า และ 1.43 แรงม้าตามลำดับ

ตารางที่ 1 ผลการคำนวณระบบระบายอากาศชุด A

ลำดับ	พารามิเตอร์	หน่วย	จุด A	ช่วง A-B 5 ft.	ช่วง B-C 14 ft.	ช่วง C-D 5 ft.	ช่วง D-E 5 ft.
1	อัตราการไหลภายในท่อดูดอากาศ (Q)	ft ³ /m	4529.60	4529.60	4529.60	4529.60	4529.60
2	ความเร็วลมที่เกิดขึ้นในท่อดูดอากาศ (V)	ft/m	2564.54	2564.54	2564.54	2564.54	2564.54
3	ความดันเนื่องจากความเร็ว (VP)	in _w	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41
4	พลังงานที่ใช้ในการให้อากาศเคลื่อนที่เข้าสู่ท่อดูดอากาศ (h _e)	in _w	0.38	-	-	-	-
5	ความดันสูญเสียเนื่องจากความเสียดทานเนื่องจากข้อต่อขนาด 90° (Δ P Fitting Losses)	in _w	-	0.061	-	0.61	-
6	ความดันสูญเสียเนื่องจากความเสียดทานเนื่องจากความยาวท่อ (Friction Losses)	in _w	-	0.02	0.07	0.02	0.02
7	ความดันสถิตสะสม	in _w	0.79	0.08	0.07	0.08	0.02
8	แรงม้า (BHP)	BHP			1.50		

ตารางที่ 2 ผลการคำนวณระบบระบายอากาศชุด B

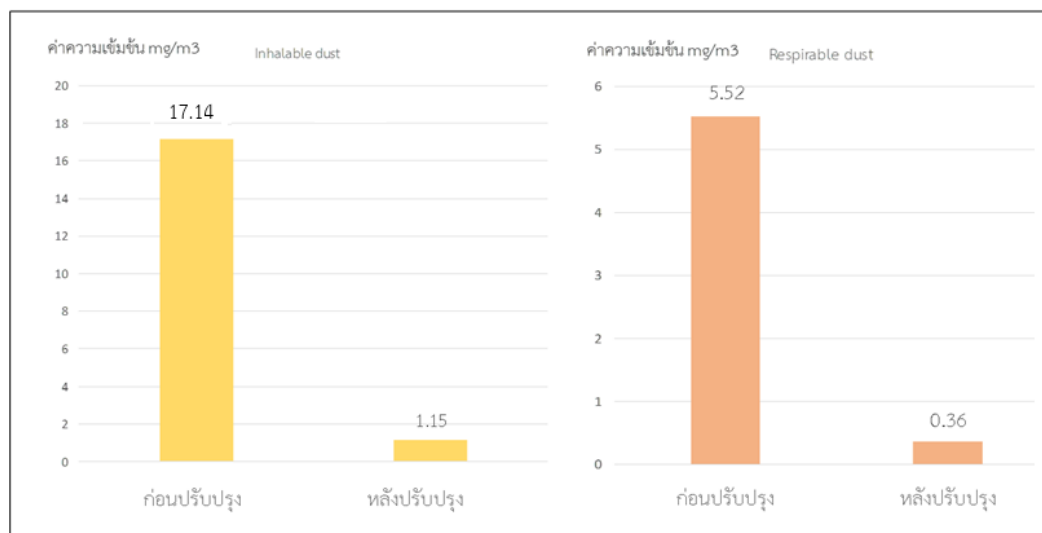
ลำดับ	พารามิเตอร์	หน่วย	จุด A	ช่วง A-B 5 ft.	ช่วง B-C 4 ft.	ช่วง C-D 5 ft.	ช่วง D-E 5 ft.
1	อัตราการไหลภายในท่อดูดอากาศ (Q)	ft ³ / m	4529.60	4529.60	4529.60	4529.60	4529.60
2	ความเร็วลมที่เกิดขึ้นในท่อดูดอากาศ (V)	ft/m	2564.54	2564.54	2564.54	2564.54	2564.54
3	ความดันเนื่องจากความเร็ว (VP)	in _w	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41
4	พลังงานที่ใช้ในการให้อากาศเคลื่อนที่เข้าสู่ท่อดูดอากาศ (h _e)	in _w	0.38	-	-	-	-
5	ความดันสูญเสียเนื่องจากความเสียดทานเนื่องจากข้อต่อขนาด 90° (Δ P Fitting Losses)	in _w	-	0.06	-	0.61	-
6	ความดันสูญเสียเนื่องจากความเสียดทานเนื่องจากความยาวท่อ (Friction Losses)	in _w	-	0.02	0.07	0.02	0.02
7	ความดันสถิตสะสม	in _w	0.79	0.08	0.02	0.08	0.02
8	แรงม้า (BHP)	BHP			1.43		



ภาพที่ 7 แผนผังระบบระบายอากาศด้านหน้าและด้านข้าง

6. ผลการทดสอบประสิทธิภาพพระบบระบายอากาศเฉพาะที่หลังการติดตั้งอุปกรณ์ทั้ง 2 ตัว พบว่ามีค่าความเร็วลมหน้าฮูดเท่ากับ 309 ฟุตต่อนาที และ 321 ฟุตต่อนาที ตามลำดับ มีค่าความเร็วลมในเส้นท่อนำอากาศเท่ากับ 2,215 ฟุตต่อนาที และ 2,284 ฟุตต่อนาที ตามลำดับ ซึ่งค่าความเร็วลมที่ใช้จับสาร ณ จุดปล่อยสารนี้มีค่าเป็นไปตามมาตรฐาน ACGIH (2019) ที่ระบุไว้ ที่ 200-500 ฟุตต่อนาที ในขณะที่ความเร็วลมในท่อนำอากาศมีค่าสูงกว่าขั้นต่ำของมาตรฐาน ที่ระบุไว้ที่ 1,000 – 2,000 ฟุตต่อนาที ซึ่งค่าความเร็วลมในท่อนำอากาศที่เหมาะสมนี้บ่งบอกว่าขนาดของพัดลมที่ใช้ในการดูดสารรวมทั้งลักษณะของระบบระบายอากาศนั้นเป็นไปตามมาตรฐาน ACGIH (2019)

7. ผลการประเมินผลคุณภาพอากาศภายในอาคารทอดอาหารปลา ก่อนการปรับปรุงพบว่า อนุภาคทุกขนาดที่อาจสูดเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจได้ และอนุภาคขนาดเล็กที่อาจสูดเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจได้ มีค่าเฉลี่ยที่ 17.14 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และ 5.52 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ หลังจากการปรับปรุงแล้วการประเมินผลคุณภาพอากาศภายในอาคารทอดอาหารปลา พบว่าอนุภาคทุกขนาดที่อาจสูดเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจได้ และอนุภาคขนาดเล็กที่อาจสูดเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจได้ มีค่าเฉลี่ยที่ 1.15 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และ 0.36 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ ซึ่งคิดเป็นประสิทธิภาพในการลดลงของอนุภาคทุกขนาดที่อาจสูดเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจได้ และอนุภาคขนาดเล็กที่อาจสูดเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจได้ ได้ที่ร้อยละ 93.29 และร้อยละ 93.47 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าประสิทธิภาพของระบบระบายอากาศมีประสิทธิภาพสูงขึ้น ดังภาพที่ 8



ภาพที่ 8 ผลการประเมินผลคุณภาพอากาศภายในอาคารทอดอาหารปลาก่อนและหลังปรับปรุง

สรุปผลวิจัย

จากผลการวิจัยพบว่าภายในอาคารทอดอาหารปลา โดยใช้การออกแบบตามมาตรฐาน ACGIH (2019) กำหนดให้ระยะห่างระหว่างหน้าสูดกับจุดกำหนดมลพิษห่างกันที่ 3.28 ฟุต ความกว้างของ Rectangular high canopy hood เป็นขนาด 7x7 ฟุต ใช้แรงม้าพัดลม (Horse Power, HP) เท่ากับ 1.50 แรงม้า และ 1.43 แรงม้า ตามลำดับ และมีค่าความเร็วลมหน้าสูด เท่ากับ 309 ฟุตต่อนาที และ 321 ฟุตต่อ นาที ตามลำดับ มีค่าความเร็วลมในเส้นท่อนำอากาศเท่ากับ 2,215 ฟุตต่อนาที และ 2,284 ฟุตต่อ นาที ตามลำดับ จากการปรับปรุงแล้วการประเมินผลคุณภาพอากาศภายในอาคารทอดอาหารปลา พบว่าอนุภาคทุก ขนาดที่อาจสูดเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจได้ (Inhalable dust) และอนุภาคขนาดเล็กที่อาจสูดเข้าสู่ระบบ ทางเดินหายใจได้ (Respirable dust) มีค่าเฉลี่ยที่ 1.15 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และ 0.36 มิลลิกรัมต่อ ลูกบาศก์เมตร ซึ่งคิดเป็นประสิทธิภาพในการลดลงได้ที่ร้อยละ 93.29 และ ร้อยละ 93.47 ตามลำดับ จึงสรุป ได้ว่าการออกแบบระบบระบายอากาศเฉพาะที่นี้ มีประสิทธิภาพในการลดฝุ่นละอองจากกระบวนการผลิต อาหารปลาได้ตามวัตถุประสงค์

อภิปรายผลการวิจัย

การออกแบบระบบระบายอากาศแบบเฉพาะที่ภายในอาคารทอดอาหารปลาของ ควรมีการติดตั้ง ระบบการระบายอากาศแบบเฉพาะที่ (Local Exhaust Ventilation) 2 ตัว คือ ชนิด canopy hood หรือ receiving hood ซึ่งชุดชนิดนี้นิยมใช้กับกระบวนการผลิตที่มีสารปนเปื้อนได้รับความร้อนและลอยขึ้นสู่ระยะที่ สูงสามารถดูดได้โดยไม่ต้องใช้พลังงาน canopy และเลือกเป็นชนิด high canopy ซึ่งมีความเหมาะสมกับ กระบวนการผลิตประเภทการเผา และการทอดที่มีควันการออกแบบระบบระบายอากาศและติดตั้งระบบ ระบายอากาศทั้ง 2 ตัว ได้ออกแบบโดยใช้การออกแบบตามมาตรฐาน ACGIH (2019) กำหนดให้ระยะห่าง ระหว่างหน้าสูด กับจุดกำหนดมลพิษให้เหมาะสมและพิจารณาขนาดของชุดดูดอากาศให้มีขนาดตามมาตรฐาน จะทำให้ไม่สูญเสียแรงดันภายในท่อมากเกินไปจนความจำเป็น ใช้แรงม้าของมอเตอร์ที่มีกำลังน้อยราคาถูก และไม่ สิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า

ข้อเสนอแนะ

1. ควรเปลี่ยนลักษณะการทำงานของพนักงานให้เทน้ำมันด้านนอกได้ เพื่อจะได้ลดระยะห่างระหว่าง หน้าสูดกับจุดกำเนิดมลพิษ
2. เปลี่ยนขนาดเตาให้มีขนาดเล็กลง เพื่อลดขนาดการเกิดมลพิษ
3. ควรจำกัดทิศทางลมด้านนอก ไม่ให้เข้ามารบกวนการระบายอากาศเฉพาะที่

บรรณานุกรม

- ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 4428 (พ.ศ. 2555), ออกตามความในพระราชบัญญัติ
มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. 2511 เรื่อง กำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
การเก็บและวิเคราะห์อนุภาคแขวนลอย ในอากาศในสภาวะแวดล้อมการทำงาน
พรพิมล กองทิพย์. (2543). สุขศาสตร์อุตสาหกรรม. ภาควิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย. คณะ
สาธารณสุขศาสตร์. มหาวิทยาลัยมหิดล, กรุงเทพฯ.
ลักษณะ เหล่าเกียรติ. (2560). การบาดเจ็บ ความผิดปกติและโรคจากการทำงาน : การป้องกัน. คณะ
สาธารณสุขศาสตร์. มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, ปทุมธานี
วันทนีย์ พันธุ์ประสิทธิ์. (2552). การระบายอากาศในโรงงานอุตสาหกรรม พิมพ์ครั้งที่ 2 กรุงเทพฯ โรงพิมพ์
ธรรมสาร เขตพระนคร ISBN974-93971-9-3
ศรีรัตนา วาณิชชิตศักดิ์. (2552). การออกแบบระบบระบายอากาศในโรงงานผลิตสารเคมี,
วิศวกรรมสาร บก, 22(69), 70-79.
- American Conference of Governmental Industrial Hygienist: industrial ventilation A manual of
Recommended Practice. 25th edition. ACGIH, 2004.
- National Institute for Occupational Safety & Health: Manual of Analytical Methods, 3rd ed.,
METHOD 0500, DHHS (NIOSH) Publication No. 84-100, (1984).
- National Institute for Occupational Safety & Health: Particulates not otherwise Regulated,
Respirable: METHOD 0600, Issue 3. NIOSH, 1998.