



การประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 8
 “Research 4.0 Innovation and Development SSRU’s 80th Anniversary”

คุณภาพอากาศทางด้านจุลชีววิทยาภายในโรงอาหารที่มีการระบายอากาศโดยวิธีกลและวิธีธรรมชาติ กรณีศึกษา หน่วยงานรัฐวิสาหกิจแห่งหนึ่ง

Microbiological air quality in mechanical ventilation and natural ventilation cafeterias: case study in a state enterprise

วิชุลดา สีจันทา¹, รศ.ดร.เบญจภรณ์ ประภักดิ์², ผศ.ดร.ศรัณยา สุจริตกุล², ผศ.ดร.เอี่ยมพร มัชฌิมวงศ์²

¹นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดการสิ่งแวดล้อม (หลักสูตรภาคพิเศษ)

มหาวิทยาลัยมหิดล

²คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบปริมาณจุลินทรีย์ภายในโรงอาหารที่มีการระบายอากาศโดยวิธีกลและโรงอาหารที่มีการระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติ ในหน่วยงานรัฐวิสาหกิจแห่งหนึ่ง โดยการตรวจนับปริมาณเชื้อราที่มีชีวิตทั้งหมด แบคทีเรียที่มีชีวิตทั้งหมด และแบคทีเรียที่ย่อยสลายเม็ดเลือดแดง ในฤดูหนาว (เดือนมกราคม) ฤดูร้อน (เดือนเมษายน) และฤดูฝน (เดือนกรกฎาคม)

ผลการศึกษา พบว่า โรงอาหารที่มีการระบายอากาศโดยวิธีกล มีปริมาณแบคทีเรียที่มีชีวิตทั้งหมดแตกต่างกันตามฤดูกาล อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ในขณะที่ปริมาณเชื้อราที่มีชีวิตทั้งหมดและแบคทีเรียที่ย่อยสลายเม็ดเลือดแดง มีจำนวนไม่แตกต่างกันตามฤดูกาล ส่วนโรงอาหารที่มีการระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติ พบว่า ปริมาณเชื้อราที่มีชีวิตทั้งหมดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ตามฤดูกาล ในขณะที่ปริมาณแบคทีเรียที่มีชีวิตทั้งหมดและแบคทีเรียที่ย่อยสลายเม็ดเลือดแดง มีจำนวนไม่แตกต่างกันตามฤดูกาล เมื่อเปรียบเทียบปริมาณจุลินทรีย์ระหว่างโรงอาหารที่มีการระบายอากาศโดยวิธีกลและโรงอาหารที่มีการระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติ ในแต่ละฤดูกาล พบว่า ปริมาณเชื้อราที่มีชีวิตทั้งหมดในอากาศภายในโรงอาหารมีจำนวนไม่แตกต่างกันระหว่างโรงอาหารทั้งสองประเภท ในทุกฤดูกาล ในขณะที่ปริมาณแบคทีเรียที่มีชีวิตทั้งหมดในอากาศภายในโรงอาหารที่มีการระบายอากาศโดยวิธีกลมีจำนวนมากกว่าโรงอาหารที่มีการระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติในฤดูหนาวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) และในทางกลับกัน โรงอาหารที่มีการระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติจะมีปริมาณแบคทีเรียที่มีชีวิตทั้งหมดในอากาศมากกว่าโรงอาหารที่มีการระบายอากาศโดยวิธีกลในฤดูฝน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) เช่นเดียวกับปริมาณแบคทีเรียที่ย่อยสลายเม็ดเลือดแดงในอากาศภายในโรงอาหารที่มีการระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติก็มีจำนวนมากกว่าโรงอาหารที่มีการระบายอากาศโดยวิธีกลในฤดูฝน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) สรุปได้ว่าปริมาณจุลินทรีย์ในอากาศภายในโรงอาหารที่พบในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่งขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ ได้แก่ ระบบระบายอากาศ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ การเคลื่อนไหวของอากาศ รวมทั้งฤดูกาล



การประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 8
“Research 4.0 Innovation and Development SSRU’s 80th Anniversary”

คำสำคัญ คุณภาพอากาศ, จุลินทรีย์ในอากาศ, การระบายอากาศ, ฤดูกาล

Abstract

The objectives of this research were to study and compared a number of airborne microorganisms in cafeterias that are ventilated by mechanical ventilation and natural ventilation located at a state enterprise. The amounts of total viable fungi, total viable bacteria, and hemolytic bacteria were enumerated at 3 seasons, including winter (January), summer (April) and rainy season (July). The results showed that the amount of total viable bacteria in the mechanical ventilation cafeteria was a significant difference among three seasons ($P < 0.05$), while the amount of total viable fungi and hemolytic bacteria were no significant difference between three seasons. The natural ventilation cafeteria found that the amount of total viable fungi was a significant difference among three seasons ($P < 0.05$), while the amount of total viable bacteria and hemolytic bacteria were no significant difference among three seasons. In comparison between the mechanical ventilation and the natural ventilation cafeterias in each season, it was found that the amount of total viable fungi between the two types of cafeterias was no significant difference in all seasons. In the winter, the amount of total viable bacteria in the mechanical ventilation cafeteria was significantly higher than that of the natural ventilation cafeteria ($P < 0.05$). On the other hand, the amount of total viable bacteria in the natural ventilation cafeteria was significantly higher than that of the mechanical ventilation cafeteria in rainy season ($P < 0.05$) that was similar to the amount of hemolytic bacteria in the natural ventilation cafeteria which was significantly higher than that of the mechanical ventilation cafeteria in rainy season ($P < 0.05$). It could be concluded that the amount of airborne microorganisms in cafeterias depended on various factors including ventilation systems, temperature, relative humidity, air movement, and season.

Keywords Air quality, Airborne microorganisms, Ventilation, Seasons

บทนำ

คุณภาพอากาศภายในอาคารมีความสำคัญมากในปัจจุบัน เนื่องจากเป็นเรื่องของความสบายและความปลอดภัยต่อสุขภาพของผู้ใช้อาคาร โดยเจ้าของอาคารหรือผู้ออกแบบมักจะคำนึงถึงด้านการประหยัดพลังงานควบคู่ไปด้วย ทำให้มีการใช้วัสดุป้องกันการรั่วไหลของอากาศภายในและภายนอกอาคาร บางอาคารจึงมีเฉพาะอากาศที่หมุนเวียนภายในแต่เพียงอย่างเดียว โดยไม่มีอากาศภายนอกมาเติม ทำให้อากาศภายใน



การประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 8
“Research 4.0 Innovation and Development SSRU’s 80th Anniversary”

อาคารมีคุณภาพลดลง (สุพจน์ เตชะอำนวยการ, 2551) ซึ่งอาจเป็นสาเหตุหนึ่งของการเกิดกลุ่มอาการภาวะผิดปกติด้านสุขภาพทางตา จมูก ลำคอ การหายใจ ผิวน้ำ อากาศทั่วไปไม่สามารถระบุสาเหตุที่จำเพาะต่อโรคได้ โดยจะเกิดอาการเมื่ออยู่ในอาคารและจะหายไปเมื่ออยู่นอกอาคาร องค์การอนามัยโลกกำหนดชื่อเรียกกลุ่มอาการที่เกิดขึ้นนี้ว่า Sick Building Syndrome (SBS) และได้ประมาณการว่า อาคารสำนักงานใหม่หรือที่มีการปรับปรุงแล้ว จะพบผู้ป่วยได้ร้อยละ 30 ในขณะที่อาคารเก่าที่ทำงานตามปกติ จะพบผู้ป่วยได้ร้อยละ 20 – 35 ขึ้นอยู่กับความถี่ในการทำความสะอาดภายในอาคาร นอกจากนี้สถาบันคุ้มครองสิ่งแวดล้อมของสหรัฐอเมริกา (U.S. Environmental Protection Agency; U.S.EPA) ยังได้จัดผลกระทบทางสุขภาพที่สัมพันธ์กับอาคารไว้ 2 ประเภท คือ อาการเนื่องจากมลพิษในอาคาร เช่น ระบายเคื่อง ไอ จาม ไหวต่อกลิ่นเมื่ออยู่ในห้องหนึ่งๆหรือในทั้งอาคาร และจะทุเลาเมื่อพ้นห้องหรืออาคารนั้นๆ โดยเรียกกลุ่มอาการดังกล่าวเช่นเดียวกับองค์การอนามัยโลก คือ Sick Building Syndrome (SBS) และอีกประเภทคือมีการเจ็บป่วยที่มีอาการทางคลินิกและมักตรวจพบต้นเหตุได้ จัดเป็น Building Related Illness (BRI) ตัวอย่างเช่น การติดเชื้อแบคทีเรีย *Legionella pneumophila* ที่ตรวจพบได้จากน้ำจากระบบปรับอากาศ เป็นต้น (แมนสรวง วุฒิอุดมเลิศ, 2556) โดยสาเหตุการเกิดปัญหาสุขภาพจากสิ่งแวดล้อมในอาคาร อาจมาจากการระบายอากาศที่ไม่เพียงพอ ก๊าซและไอระเหยของสารเคมี อนุภาคแขวนลอย จุลินทรีย์ และปัจจัยทางกายภาพ (Physical factor) เช่น อุณหภูมิ ความชื้น แสง เป็นต้น (ณรงค์ฤทธิ์ กิตติกริน, 2556)

หน่วยงานรัฐวิสาหกิจของประเทศไทย เป็นองค์กรขนาดใหญ่ ที่มีการสร้างอาคารเพื่อใช้สอยในพื้นที่เป็นจำนวนมาก ซึ่งหน่วยงานรัฐวิสาหกิจที่ทำการศึกษานี้ มีทั้งอาคารสำนักงาน หอประชุม อาคารศูนย์กีฬา อาคารนันทนาการ และโรงอาหาร โดยในแต่ละวันจะมีคนเข้าไปอาศัยในแต่ละอาคารดังกล่าวเป็นจำนวนมาก ทั้งนี้มีฝ่ายที่เกี่ยวข้องกับการตรวจติดตามและเฝ้าระวังด้านคุณภาพอากาศในอาคารของหน่วยงานรัฐวิสาหกิจแห่งนี้ ดำเนินการตรวจติดตามคุณภาพอากาศด้านจุลชีววิทยาตามอาคารต่างๆเป็นประจำทุกปี ซึ่งผลการตรวจวัดส่วนใหญ่มีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน เนื่องจากมีการบำรุงรักษาระบบปรับอากาศเป็นประจำทุกเดือน จากการสอบถามเจ้าหน้าที่ฝ่ายแพทย์และอนามัย พบว่ามีพนักงานที่ป่วยด้วยอาการภูมิแพ้เข้ามารับการรักษาที่ฝ่ายแพทย์และอนามัยเป็นจำนวนมาก ข้อมูลย้อนหลัง 5 ปี (พ.ศ 2553-2557) จากระบบงานด้านเวชสถิติระบุว่าพนักงานเข้ารับการรักษาด้วยอาการของโรคจมูกอักเสบจากภูมิแพ้ (Allergic Rhinitis) หรือแพ้ากาศและประวัติการตรวจสุขภาพประจำปีเฉลี่ย 750 คน ต่อปี จากจำนวนพนักงานทั้งสิ้น 12,020 คน (คิดเป็นร้อยละ 6.24) ซึ่งจากข้อมูลการตรวจติดตามคุณภาพอากาศภายในอาคาร โดยฝ่ายแพทย์และอนามัย พบว่ายังมีอาคารที่ไม่เคยตรวจวัดคุณภาพอากาศด้านจุลชีววิทยา และเป็นอาคารที่ในแต่ละวันมีคนเข้าไปใช้บริการจำนวนมาก คือ โรงอาหาร จำนวน 2 แห่ง จึงมีความจำเป็นที่จะต้องตรวจคุณภาพอากาศในอาคารดังกล่าว ทั้งนี้ แม้ว่าการเข้าไปอยู่ในโรงอาหารของผู้ใช้บริการแต่ละคนจะใช้เวลาน้อย เมื่อเทียบกับอาคารอื่นๆภายในหน่วยงาน แต่หากผู้ใช้บริการมีภาวะภูมิไวเกิน (Hypersensitivity) เมื่อสัมผัสกับสิ่งแปลกปลอมหรือเชื้อโรคต่างๆก็จะแสดงอาการแพ้ในทันที หรือแสดงอาการได้ภายในนาที่-72 ชั่วโมง เช่น แสบคอ เจ็บคอ เวียนหัว คลื่นไส้คัดจมูก มีน้ำมูก ไอ จาม คัน ระบายเคื่องตา น้ำตาไหล เป็นต้น (วิน เขยชมศรี, ม.ป.ป.) อย่างไรก็ตาม



การประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 8
“Research 4.0 Innovation and Development SSRU’s 80th Anniversary”

จากการสำรวจเบื้องต้นพบว่าร้านอาหารทั้ง 2 แห่งมีการระบายอากาศที่แตกต่างกัน โดยร้านอาหารแห่งที่ 1 มีการออกแบบระบบระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติ และร้านอาหารแห่งที่ 2 มีการระบายอากาศโดยวิธีกล

ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงทำการศึกษาปริมาณจุลินทรีย์ในอากาศ ได้แก่ แบคทีเรียที่มีชีวิตทั้งหมด เชื้อราที่มีชีวิตทั้งหมด และแบคทีเรียที่ย่อยสลายเม็ดเลือดแดง ที่อาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพของผู้ใช้บริการ ภายในพื้นที่ร้านอาหารที่มีระบบระบายอากาศโดยวิธีกลและวิธีธรรมชาติในฤดูกาลต่างๆ ซึ่งผู้ที่เกี่ยวข้องสามารถนำข้อมูลนี้ไปปรับปรุงแก้ไขและพัฒนาคุณภาพอากาศภายในร้านอาหารให้ดียิ่งขึ้นเพื่อสุขภาพที่ดีของผู้ใช้บริการร้านอาหารต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาปริมาณจุลินทรีย์ในอากาศภายในร้านอาหารในช่วงฤดูหนาว ฤดูร้อนและฤดูฝน
2. เพื่อเปรียบเทียบปริมาณจุลินทรีย์ในอากาศภายในร้านอาหารที่มีการระบายอากาศโดยวิธีกลและวิธีธรรมชาติ

ขอบเขตการวิจัย

1. กลุ่มจุลินทรีย์ที่ศึกษา
 - 1) แบคทีเรียที่มีชีวิตทั้งหมด (Total viable bacteria)
 - 2) เชื้อราที่มีชีวิตทั้งหมด (Total viable fungi)
 - 3) แบคทีเรียที่ย่อยสลายเม็ดเลือดแดง (Hemolytic bacteria)
2. พื้นที่ศึกษาปริมาณจุลินทรีย์ในอากาศ
 - 1) ร้านอาหาร M (ระบายอากาศโดยวิธีกล)
 - 2) ร้านอาหาร N (ระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติ)
3. ช่วงเวลาที่เก็บตัวอย่าง 3 ช่วงฤดูกาล (ฤดูกาลละ 1 เดือน) ได้แก่
 - 1) ฤดูหนาว (เดือนมกราคม) เก็บตัวอย่าง 4 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 1 ครั้ง
 - 2) ฤดูร้อน (เดือนเมษายน) เก็บตัวอย่าง 4 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 1 ครั้ง
 - 3) ฤดูฝน (เดือนกรกฎาคม) เก็บตัวอย่าง 4 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 1 ครั้งโดย ผู้วิจัยดำเนินการเก็บตัวอย่างจุลินทรีย์ในอากาศและวิเคราะห์ผลทางห้องปฏิบัติการ ตั้งแต่ เดือนมกราคม 2559 ถึง เดือนกรกฎาคม 2559

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ระเบียบวิธีวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงสำรวจ (Survey research) ปริมาณจุลินทรีย์ในอากาศในร้านอาหารของหน่วยงานรัฐวิสาหกิจแห่งหนึ่ง โดยทำการตรวจวัดปริมาณแบคทีเรียที่มีชีวิตทั้งหมด (Total viable bacteria) เชื้อราที่มีชีวิตทั้งหมด (Total viable fungi) และแบคทีเรียที่ย่อยสลายเม็ดเลือดแดง



การประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 8
“Research 4.0 Innovation and Development SSRU’s 80th Anniversary”

(Hemolytic bacteria) ในแต่ละช่วงฤดูทั้ง 3 ฤดู ได้แก่ ฤดูหนาว (เดือนมกราคม) ฤดูร้อน (เดือนเมษายน) และฤดูฝน (เดือนกรกฎาคม)

2. ขั้นตอนการวิจัย

สำรวจร้านอาหารทั้งสองแห่ง ได้แก่ ร้านอาหาร M (ระบายนอากาศโดยวิธีกล) และร้านอาหาร N (ระบายนอากาศโดยวิธีธรรมชาติ) เพื่อกำหนดจุดตรวจวัดที่เป็นตัวแทน โดยเก็บตัวอย่างในจุดที่มีโอกาสสูงที่จะรับสัมผัสจุลินทรีย์จากอากาศที่อยู่ในอาคาร และเก็บบริเวณนอกอาคารใกล้กับจุดนำอากาศบริสุทธิ์เข้าอาคาร ซึ่งจะเก็บตัวอย่างเพื่อเป็นตัวแทนทั้ง 3 ฤดู โดยจะเก็บสัปดาห์ละ 1 ครั้ง ติดต่อกัน 4 สัปดาห์ (ตามเดือนที่เป็นตัวแทนของแต่ละฤดู) ในช่วงเวลาที่มีผู้ใช้บริการมากที่สุด (11.30 น.-12.30 น.) และกำหนดจุดเก็บตัวอย่างของร้านอาหารทั้งสองแห่งเท่ากัน คือแห่งละ 7 จุด

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล โดยใช้เครื่องเก็บตัวอย่างจุลินทรีย์ในอากาศ ดูดอากาศผ่านอาหารเลี้ยงเชื้อด้วยอัตราการไหลของอากาศด้วยอัตราการไหลของอากาศ 180 ลิตรต่อนาที เป็นเวลา 3 นาที และบ่มเชื้อในตู้เพาะเชื้อ เมื่อเชื้อเจริญเติบโตตามระยะเวลาที่กำหนด จึงตรวจนับจำนวนโคโลนีของเชื้อที่เจริญบนอาหารเลี้ยงเชื้อ และคำนวณผล หน่วยเป็น CFU/ลูกบาศก์เมตร โดยเชื้อแต่ละชนิดเจริญบนอาหารเลี้ยงเชื้อและระยะเวลาที่ต่างกันดังนี้

1) เชื้อราที่มีชีวิตทั้งหมด (Total viable fungi) ใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ Malt Extract Agar (MEA) บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3-5 วัน

2) แบคทีเรียที่มีชีวิตทั้งหมด (Total viable bacteria) ใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ Trypticase Soy Agar (TSA) บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 28±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง

3) แบคทีเรียที่ย่อยสลายเม็ดเลือดแดง (Hemolytic bacteria) ใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ Blood agar บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 37±2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48-72 ชั่วโมง แล้วคัดเลือกเฉพาะโคโลนีที่มีลักษณะการย่อยสลายเม็ดเลือดแดง (Hemolysis) (เกิดโซนสีเขียวหรือน้ำตาลอมเขียวจนถึงโซนใสรอบโคโลนี) มาแยกเชื้อให้ได้โคโลนีเดี่ยวๆ (Single colony) ด้วยวิธี Streak plate บนอาหารเลี้ยงเชื้อ Blood Agar แล้วสังเกตลักษณะการย่อยสลายเม็ดเลือดแดง โดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ (1) Alpha (α) hemolysis หรือ partial หรือ incomplete hemolysis มีลักษณะโซนเขียวหรือน้ำตาลอมเขียวรอบๆโคโลนีของเชื้อ (2) Beta (β) hemolysis หรือ complete hemolysis มีลักษณะโซนใสรอบๆโคโลนีของเชื้อ ส่วนโคโลนีที่ไม่มีโซนรอบโคโลนีจัดอยู่ในกลุ่ม Gamma (γ) hemolysis หรือ Non-hemolysis และตรวจนับจำนวนโคโลนีแต่ละกลุ่ม

4. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

4.1 สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive statistics)

ใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติช่วยในการประมวลผลวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ โดยใช้ค่าสถิติ ร้อยละและค่าเฉลี่ย เพื่อใช้อธิบายในการจัดระดับกลุ่มตัวแปรในด้านชนิดและปริมาณของจุลินทรีย์ที่พบในร้านอาหารทั้งสองแห่งในฤดูกาลต่างๆ

4.2 สถิติเชิงอนุมาน (Inferential statistics)



การประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 8
 “Research 4.0 Innovation and Development SSRU’s 80th Anniversary”

1) เปรียบปริมาณจุลินทรีย์แต่ละชนิด (เชื้อราที่มีชีวิตทั้งหมด แบคทีเรียที่มีชีวิตทั้งหมด และแบคทีเรียที่ย่อยสลายเม็ดเลือดแดง) ระหว่างฤดูหนาว ฤดูร้อน และฤดูฝน ของโรงอาหารแต่ละประเภท โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ วิเคราะห์ด้วยค่าสถิติ One-Way ANOVA ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 หรือ P-value < 0.05 และถ้ามีความแตกต่างกัน จะทดสอบต่อด้วยการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่ม โดยคำสั่ง Post hoc ด้วยวิธี Duncan

2) เปรียบเทียบปริมาณจุลินทรีย์แต่ละชนิด ระหว่างโรงอาหารที่มีการระบายอากาศต่างกัน โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ วิเคราะห์ด้วยค่าสถิติ Independent Sample T-test

ผลการวิจัย

จากการตรวจนับจำนวนจุลินทรีย์จากตัวอย่างอากาศภายในโรงอาหาร นำมาคำนวณผล เพื่อนำไปหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต และทดสอบเปรียบเทียบปริมาณจุลินทรีย์ในอากาศภายในโรงอาหารทั้ง 2 ประเภท ระหว่าง 3 ฤดูกาล โดยใช้สถิติ One-way ANOVA แสดงผลการศึกษาดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศภายในโรงอาหาร ระหว่าง 3 ฤดูกาล จำแนกตามประเภทระบบระบายอากาศในโรงอาหาร

สถานที่	จุลินทรีย์	ปริมาณจุลินทรีย์ในอากาศ (CFU/m ³)			P-value	ผลการเปรียบเทียบ
		ฤดูหนาว	ฤดูร้อน	ฤดูฝน		
โรงอาหาร M (ระบายอากาศโดยวิธีกล)	เชื้อราที่มีชีวิตทั้งหมด	2.6x10 ²	0.6x10 ²	2.9x10 ²	0.324	ไม่แตกต่างกัน
	แบคทีเรียที่มีชีวิตทั้งหมด	2.1x10 ²	5.9x10 ²	6.2x10 ²	0.035	แตกต่างกัน (หนาว<ร้อน,ฝน)
	แบคทีเรียที่ย่อยสลายเม็ดเลือดแดง	1.8x10 ²	1.8x10 ²	2.8x10 ²	0.245	ไม่แตกต่างกัน
โรงอาหาร N (ระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติ)	เชื้อราที่มีชีวิตทั้งหมด	4.0x10 ²	1.2x10 ²	3.9x10 ²	0.008	แตกต่างกัน (ร้อน<ฝน,หนาว)
	แบคทีเรียที่มีชีวิตทั้งหมด	4.3x10 ²	6.1x10 ²	3.3x10 ²	0.166	ไม่แตกต่างกัน
	แบคทีเรียที่ย่อยสลายเม็ดเลือดแดง	1.7x10 ²	1.3x10 ²	1.3x10 ²	0.889	ไม่แตกต่างกัน

จากตารางที่ 1 พบว่า ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ค่าเฉลี่ยปริมาณจุลินทรีย์ในอากาศภายในโรงอาหารส่วนใหญ่ไม่แตกต่างกันตามฤดูกาล แต่มีจุลินทรีย์บางชนิดที่มีค่าเฉลี่ยแตกต่างกันตามฤดูกาลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) โดยพบว่า โรงอาหารที่มีการระบายอากาศโดยวิธีกล (โรงอาหาร M) มีค่าเฉลี่ยปริมาณแบคทีเรียที่มีชีวิตทั้งหมดแตกต่างกันตามฤดูกาล (P<0.05) โดยฤดูหนาว มีค่าเฉลี่ยปริมาณแบคทีเรียที่มีชีวิตทั้งหมดน้อยที่สุด ในขณะที่ฤดูร้อนและฤดูฝนไม่มีความแตกต่างกัน ส่วนโรงอาหารที่มีการระบายอากาศโดยวิธี



การประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 8
 “Research 4.0 Innovation and Development SSRU’s 80th Anniversary”

ธรรมชาติ (โรงอาหาร N) พบว่าชนิดของจุลินทรีย์ในอากาศภายในโรงอาหารที่มีปริมาณแตกต่างกันตามฤดูกาล ($P < 0.05$) คือเชื้อราที่มีชีวิตทั้งหมด โดยฤดูร้อนมีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด ในขณะที่ฤดูฝนกับฤดูหนาวไม่มีความแตกต่างกัน และเมื่อทำการเปรียบเทียบปริมาณจุลินทรีย์ระหว่างโรงอาหารที่มีการระบายอากาศโดยวิธีกลและโรงอาหารที่มีการระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติ ในแต่ละฤดูกาล โดยใช้สถิติทดสอบ Independent Sample T-test แสดงผลในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ปริมาณจุลินทรีย์ในอากาศภายในโรงอาหาร จำแนกตามฤดูกาล ระหว่างโรงอาหาร M และโรงอาหาร N

จุลินทรีย์	ฤดูกาล	ปริมาณจุลินทรีย์ในอากาศ (CFU/m ³)		p-value	ผลการเปรียบเทียบ
		โรงอาหาร M	โรงอาหาร N		
เชื้อราที่มีชีวิตทั้งหมด	ฤดูหนาว	2.6×10^2	4.0×10^2	0.505	ไม่แตกต่างกัน
	ฤดูร้อน	0.6×10^2	1.2×10^2	0.050	ไม่แตกต่างกัน
	ฤดูฝน	2.9×10^2	3.9×10^2	0.337	ไม่แตกต่างกัน
แบคทีเรียที่มีชีวิตทั้งหมด	ฤดูหนาว	2.1×10^2	4.3×10^2	0.011	แตกต่างกัน
	ฤดูร้อน	5.9×10^2	6.1×10^2	0.917	ไม่แตกต่างกัน
	ฤดูฝน	6.2×10^2	3.3×10^2	0.030	แตกต่างกัน
แบคทีเรียที่ย่อยสลายเม็ดเลือดแดง	ฤดูหนาว	1.8×10^2	1.7×10^2	0.868	ไม่แตกต่างกัน
	ฤดูร้อน	1.8×10^2	1.3×10^2	0.185	ไม่แตกต่างกัน
	ฤดูฝน	2.8×10^2	1.3×10^2	0.000	แตกต่างกัน
ค่าที่แนะนำ*		$\leq 5.0 \times 10^{2**}$	-		

*Guidelines for Good Indoor Air Quality in Office Premises (1996) by Institute of Environmental Epidemiology Ministry of the Environment, Singapore

**ค่านี้กำหนดเฉพาะเชื้อราที่มีชีวิตทั้งหมดและแบคทีเรียที่มีชีวิตทั้งหมด

จากตารางที่ 2 พบว่า ค่าเฉลี่ยปริมาณจุลินทรีย์ในอากาศภายในโรงอาหาร ส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ยกเว้นแบคทีเรีย ที่มีค่าเฉลี่ยสูงเกินเกณฑ์มาตรฐานในฤดูร้อน (ทั้งสองโรงอาหาร) และฤดูฝน (เฉพาะโรงอาหารที่มีการระบายอากาศโดยวิธีกล) เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยปริมาณจุลินทรีย์ในอากาศภายในโรงอาหาร ระหว่างโรงอาหารที่มีการระบายอากาศโดยวิธีกลและโรงอาหารที่มีการระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติ จำแนกตามฤดูกาล พบว่า ในทุกฤดูกาล ค่าเฉลี่ยปริมาณเชื้อราที่มีชีวิตทั้งหมดไม่มีความแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ในขณะที่แบคทีเรียที่มีชีวิตทั้งหมดและแบคทีเรียที่ย่อยสลายเม็ดเลือดแดงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในบางฤดูกาล โดยค่าเฉลี่ยปริมาณแบคทีเรียที่มีชีวิตทั้งหมดจะแตกต่างกัน ($P < 0.05$) ใน 2 ฤดูกาล ได้แก่ ฤดูหนาวและฤดูฝน ส่วนปริมาณแบคทีเรียที่ย่อยสลายเม็ดเลือดแดง มีค่าเฉลี่ยแตกต่างกัน ($P < 0.05$) ในฤดูฝน



การประชุมวิชาการเสนอมผลงานวิจัยระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 8
“Research 4.0 Innovation and Development SSRU’s 80th Anniversary”

สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

จากผลการศึกษาที่พบว่า โรงอาหารที่มีการระบายอากาศโดยวิธีกล มีปริมาณแบคทีเรียที่มีชีวิตทั้งหมดแตกต่างกันตามฤดูกาล ($P < 0.05$) โดยฤดูหนาวมีปริมาณน้อยที่สุดในขณะฤดูร้อนและฤดูฝนไม่มีความแตกต่างกัน อาจเนื่องจากในฤดูหนาวมีค่าเฉลี่ยอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ต่ำกว่าอีกสองฤดู ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Frankel และคณะ (2012) ที่สรุปว่าฤดูกาลมีผลต่อจุลินทรีย์ในอาคารอย่างมีนัยสำคัญ โดยได้รับอิทธิพลมาจากค่าความชื้นสัมพัทธ์ ส่วนโรงอาหารที่มีการระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติ พบว่าเชื้อราที่มีชีวิตทั้งหมดมีปริมาณแตกต่างกันตามฤดูกาล ($P < 0.05$) โดยฤดูร้อนมีปริมาณน้อยที่สุด สาเหตุอาจมาจากอุณหภูมิในฤดูร้อนขณะตรวจวัดคุณภาพอากาศมีค่าอยู่ในช่วง 33-35 องศาเซลเซียส ซึ่งไม่เหมาะต่อการเจริญเติบโตของเชื้อราที่เจริญได้ดีในช่วงอากาศอบอุ่นที่อุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส (Kansas State University, 1995) ทำให้ปริมาณเชื้อราในฤดูร้อนมีจำนวนน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับอีกสองฤดู

เมื่อเปรียบเทียบระหว่างโรงอาหารทั้งสองประเภท พบว่า ปริมาณจุลินทรีย์ส่วนใหญ่ที่พบในอากาศในโรงอาหารที่มีการระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติมีจำนวนมากกว่าโรงอาหารที่มีการระบายอากาศโดยวิธีกล อาจเนื่องมาจากโรงอาหารที่มีการระบายอากาศแบบธรรมชาติมีลักษณะเปิดโล่ง มีการไหลเวียนของอากาศจากภายนอกตลอดเวลา ซึ่งอาจมีการปนเปื้อนสปอร์ของจุลินทรีย์มากับลมที่พัดเข้ามา (ณัฐชะพงษ์และคณะ, 2559) และจากการตรวจวัดค่าการเคลื่อนไหวของอากาศพบว่า อากาศภายในโรงอาหารที่มีการระบายอากาศแบบธรรมชาติมีความเร็วลมสูงกว่าโรงอาหารที่มีการระบายอากาศโดยวิธีกลที่สามารถควบคุมความเร็วลมจากระบบปรับอากาศให้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานได้ตลอดเวลา จึงสามารถควบคุมปริมาณเชื้อราได้ดีกว่า (Yang และคณะ, 2007) ทำให้ปริมาณเชื้อราน้อยกว่าโรงอาหารที่มีการระบายอากาศแบบธรรมชาติ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Jurado และคณะ (2014) ที่พบว่าห้องที่มีการระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติมีปริมาณเชื้อราที่มีชีวิตทั้งหมดมากกว่าห้องที่มีการระบายอากาศโดยวิธีกล อีกทั้งอุณหภูมิภายในโรงอาหารที่มีการระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติมีความใกล้เคียงกับอุณหภูมิภายนอกอาคารคือ 30-35 องศาเซลเซียส ซึ่งค่อนข้างเหมาะสมต่อการเจริญของจุลินทรีย์ที่ชอบอุณหภูมิปานกลาง โดยเฉพาะแบคทีเรียที่มีชีวิตทั้งหมด (Willey และคณะ, 2008) ทำให้โรงอาหารดังกล่าวมีปริมาณแบคทีเรียที่มีชีวิตทั้งหมดมากกว่าโรงอาหารที่มีการระบายอากาศโดยวิธีกลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่หากวิเคราะห์แยกตามฤดูกาลจะเห็นว่าในฤดูฝน พบปริมาณแบคทีเรียที่มีชีวิตทั้งหมด รวมทั้งแบคทีเรียที่ย่อยสลายเม็ดเลือดแดง ในอากาศในโรงอาหารที่มีการระบายอากาศโดยวิธีกลมีจำนวนมากกว่าโรงอาหารที่มีการระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติอย่างมีนัยสำคัญ โดยสาเหตุอาจมาจากโรงอาหารที่มีการระบายอากาศโดยวิธีกลมีลักษณะอาคารที่เป็นแบบปิดและระบบระบายอากาศที่มีอยู่ไม่สามารถควบคุมความชื้นให้อยู่ในสภาวะที่ไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ซึ่งผลการตรวจวัดปัจจัยทางกายภาพในฤดูฝนพบว่า ค่าอุณหภูมิและการเคลื่อนไหวของอากาศอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ในขณะที่ค่าความชื้นสัมพัทธ์ในฤดูฝนของโรงอาหารที่มีการระบายอากาศโดยวิธีกลมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าฤดูหนาวและฤดูร้อน และมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าโรงอาหารที่มีการระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติ รวมถึงมีค่าสูงเกินเกณฑ์มาตรฐานกำหนด



การประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 8
“Research 4.0 Innovation and Development SSRU’s 80th Anniversary”

(IEEME, 1996) ทำให้แบคทีเรียอยู่รอดและเพิ่มจำนวนได้ในปริมาณมาก ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Costa และคณะ (2003) ที่พบว่าปริมาณแบคทีเรียที่เพิ่มขึ้นมีผลมาจากค่าความชื้นสัมพัทธ์ที่เพิ่มขึ้น

จากการสังเกตลักษณะการย่อยสลายเม็ดเลือดแดง พบว่าโรงอาหารทั้งสองประเภท มีแบคทีเรียเพียง 2 กลุ่ม ได้แก่ γ -hemolysis มากที่สุด (โรงอาหารที่มีการระบายอากาศโดยวิธีกลร้อยละ 97, โรงอาหารที่มีการระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติร้อยละ 94) รองลงมาคือ α -hemolysis (โรงอาหารที่มีการระบายอากาศโดยวิธีกลร้อยละ 3, โรงอาหารที่มีการระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติร้อยละ 6) ส่วน β -hemolysis ไม่พบเลย เนื่องจากแบคทีเรียกลุ่มดังกล่าวส่วนใหญ่เป็นเชื้อก่อโรคเช่น Streptococcus pyogenes ที่ทำให้เกิดโรคไข้รูมาติก (Fox, 2016) จึงควรพบในสถานที่ที่มีผู้ป่วย เช่น สถานพยาบาล ดังนั้น โรงอาหารภายในสำนักงานที่ทำการศึกษาก็ไม่พบเชื้อกลุ่มดังกล่าว

ผลการศึกษานี้สรุปได้ว่าปริมาณจุลินทรีย์ในอากาศภายในโรงอาหารที่พบในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่งขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ ได้แก่ ระบบระบายอากาศ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ การเคลื่อนไหวของอากาศ รวมทั้งฤดูกาล

ข้อเสนอแนะ

1. ผู้บริหารองค์กรสามารถนำผลที่ได้จากการศึกษาไปกำหนดนโยบายเพื่อพัฒนา ปรับปรุง รวมทั้งสนับสนุนให้มีการแก้ไขปัญหาคุณภาพอากาศภายในโรงอาหารหากที่เกิดเหตุการณ์แพร่ระบาดของเชื้อที่ติดต่อผ่านทางระบบทางเดินหายใจ เพื่อป้องกันผลเสียต่อสุขภาพที่จะเกิดขึ้น รวมทั้งเพื่อเป็นต้นแบบในการปรับปรุงอาคารอื่นๆที่เป็นแหล่งอาศัยของผู้คนจำนวนมาก เพื่อสุขภาพของผู้ปฏิบัติงานและผู้อยู่อาศัยในอาคารทุกคน
2. ควรมีการหาปัจจัยอื่นที่อาจมีผลต่อปริมาณจุลินทรีย์ โดยตรวจวัดในช่วงเวลาที่โรงอาหารปิด (หยุดให้บริการ) ซึ่งไม่มีคนใช้บริการ เพื่อดูว่าจำนวนคนมีผลต่อปริมาณจุลินทรีย์หรือไม่ และควรเพิ่มจำนวนวันในการตรวจวัดปริมาณเชื้อแต่ละฤดูกาลเพื่อให้มากขึ้นเพื่อเพิ่มความแม่นยำและเพียงพอที่จะเป็นตัวแทนของฤดูกาลนั้นๆ นอกจากนั้นควรมีการแยกเชื้อแต่ละชนิดว่าส่วนใหญ่เป็นสายพันธุ์ใด เพื่อศึกษาหาแหล่งที่มาของเชื้อต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- ณรงค์ฤทธิ์ กิติกวิน. (2556). Indoor Environmental Quality and Sick Building Syndrome สืบค้นเมื่อ พฤษภาคม 26, 2558, จาก: www.occmeyong.com/index.php/download/category/4-thesis.html
- ณัฐชะพงศ์ ทองเงิน, ศุภวิชญ์ นาคครั้น, ณัฐจิต อันเมฆ และจินดา คงเจริญ. (2559). ปริมาณสปอร์ของรา Aspergillus, Cladosporium และ Penicillium ชักนำให้เกิดโรคหอบหืดอย่างมีศักยภาพในนักเรียนอายุ 10-15 ปี. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 24(1). สืบค้นเมื่อ ธันวาคม 15, 2559, จาก <http://tujournals.tu.ac.th/tstj/detailart.aspx?ArticleID=3758>



การประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 8
“Research 4.0 Innovation and Development SSRU’s 80th Anniversary”

- แมนัสรวง วุฒิอุดมเลิศ. (2555). เชื้อที่มากับพืชในอาคาร: รา. บทความเผยแพร่ความรู้สู่ประชาชน. สืบค้นเมื่อ พฤษภาคม 29, 2558, จาก <http://www.pharmacy.mahidol.ac.th/th/service-knowledge-article-info.php?id=116>
- วิน เขยชมศรี. ภาวะภูมิไวเกิน. (ม.ป.ป.). สืบค้นเมื่อ สิงหาคม 2, 2558, จาก pirun.ku.ac.th/~fsciwcc/immune9.pdf
- สุพจน์ เดชะอำนวยวิทย์. (2551). การตรวจวัดคุณภาพอากาศในอาคาร. บทความวิชาการ สมาคมวิศวกรรมปรับอากาศแห่งประเทศไทย. (14). สืบค้นเมื่อ สิงหาคม 2, 2558, จาก http://www.acat.or.th/download/acat_or_th/journal-14/14%20-%2009.pdf
- Costa, V., Jose, N., Cardoso, S. C., Corderio, R. M., and Kitakawa, S. A. (2003). Microbiological air quality of processing areas in dairy plant as evaluated by the sedimentation technique and a one stage air sampler. *Brazilian journal of microbiology*. (Vol.34, pp. 255-259).
- Fox, A. (2016). *Bacteriology*. Retrieved December 19, 2016, from <http://www.microbiologybook.org/fox/streptococci.htm>
- Frankel, M., Beko, G., Timm, M., Gustavsen, S., Hansen, E.W. and Madsen A.M. (2012). Seasonal variations of indoor microbial exposures and their relation to temperature, relative humidity, and air exchange rate. *Applied And Environmental Microbiology*. (Vol.78, pp. 8289-8297).
- Institute of Environmental Epidemiology Ministry of the Environment (IEEME). (1999). Guideline for good indoor air quality in office premises. Retrieved June 28, 2015, from https://www.bca.gov.sg/Greenmark/others/NEA_Office_IAQ_Guidelines.pdf
- Jurado, S.R., Bankoff, A.D. and Sanchez, A. (2014). Indoor air quality in Brazilian universities. *International Journal Of Environmental Research And Public Health* (Vol.11, pp. 7081-7093).
- Kansas State University. (1995). Controlling mold growth in the home. Retrieved December 19, 2016, from <http://bookstore.ksre.k-state.edu/pubs/mf2141.pdf>
- Willey, J. M., Linda S., Christopher J. W., and Lansing M. (2008). Prescott. Prescott, Harley, and Klein's *Microbiology*. New York: McGraw-Hill Higher Education.
- Yang, C. S, & Heinsohn, P. A. (2007). *Sampling and Analysis of Indoor Microorganisms*. California: A John Wiley & Sons, Inc.