ประสิทธิผลของต้นพลูด่างในการลดความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ อนุภาคแขวนลอยในอากาศ และกลุ่มอาการเจ็บป่วยจากอาคารของพนักงานธุรการในโรงพยาบาลแห่งหนึ่งของจังหวัดระยอง

THE EFFECTIVENESS OF E.AUREUM IN REDUCING CARBONDIOXIDE CONCENTRATION, PARTICULAR MATTER AND SICK BUILDING SYNDROME AMONG OFFICE WORKERS IN A HOSPITAL IN RAYONG PROVINCE

เกวลี แสดงฤทธิ์

มหาวิทยาลัยบูรพา

2561

4031899429 BUU iThesis 60920159 thesis / recv: 24062562 14:13:49 / seq: 35

60920159_4031899429

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ และคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของ เกวลี แสดงฤทธิ์ ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย
คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพาได้

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

..... อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศรีรัตน์ ล้อมพงศ์)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

(รองศาสตราจารย์ ดร.นันทพร ภัทรพุทธ)

คณะกรรมสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธาน

(รองศาสตราจารย์ ดร.จิตรพรรณ ภูษาภักดีภพ)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศรีรัตน์ ล้อมพงศ์)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.นันทพร ภัทรพุทธ)

.....กรรมการ

(อาจารย์ ดร.ธีรยุทธ เสงี่ยมศักดิ์)

คณะสาธารณสุขศาสตร์ อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

.....คณบดีคณะสาธารณสุขศาสตร์

(รองศาสตราจารย์ ดร.ยุวดี รอดจากภัย)

วันที่ 14 เดือน สิงหาคม พ.ศ. 2562

ประสิทธิผลของต้นพลูด่างในการลดความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ อนุภาคแขวนลอยในอากาศ และกลุ่มอาการเจ็บป่วยจากอาคารของพนักงานธุรการในโรงพยาบาลแห่งหนึ่งของจังหวัดระยอง

4031899429
BUU iThesis 60920159 thesis / recv: 24062562 14:13:49 / seq: 35

เกวลี แสดงฤทธิ์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย
คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
2561

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยบูรพา

THE EFFECTIVENESS OF E.AUREUM IN REDUCING CARBONDIOXIDE CONCENTRATION, PARTICULAR MATTER AND SICK BUILDING SYNDROME AMONG OFFICE WORKERS IN A HOSPITAL IN RAYONG PROVINCE

KAWALEE SADANGRIT

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF
THE REQUIREMENTS FOR MASTER OF SCIENCE
IN OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY
FACULTY OF PUBLIC HEALTH
BURAPHA UNIVERSITY
2018

COPYRIGHT OF BURAPHA UNIVERSITY

4031899429 BUU iThesis 60920159 thesis / recv: 24062562 14:13:49 / seq: 35

60920159: สาขาวิชา: อาชีวอนามัยและความปลอดภัย; วท.ม. (อาชีวอนามัยและความปลอดภัย)
คำสำคัญ: ต้นพลูด่าง, ปริมาณอนุภาคแขวนลอยในอากาศ, กลุ่มอาการเจ็บป่วยจากอาคาร, ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

เกวลี แสดงฤทธิ์ : ประสิทธิผลของต้นพลูด่างในการลดความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ อนุภาคแขวนลอยในอากาศ และกลุ่มอาการเจ็บป่วยจากอาคารของพนักงานธุรการในโรงพยาบาลแห่งหนึ่งของจังหวัดระยอง. (THE EFFECTIVENESS OF E.AUREUM IN REDUCING CARBONDIOXIDE CONCENTRATION, PARTICULAR MATTER AND SICK BUILDING SYNDROME AMONG OFFICE WORKERS IN A HOSPITAL IN RAYONG PROVINCE) คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์: ศรีรัตน์ ล้อมพงศ์, Ph.D., นันทพร ภัทรพุทธ, Ph.D. ปี พ.ศ. 2561.

การศึกษาวิจัยเรื่องนี้มีวัตถุประสงค์ คือ เพื่อศึกษาทดลองหาวิธีปรับปรุงคุณภาพอากาศภายในอาคารเพื่อลดปริมาณอนุภาคแขวนลอยในอากาศ, ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และอาการเจ็บป่วยจากอาคารของพนักงานธุรการแห่งหนึ่งในจังหวัดระยอง โดยการใช้ต้นพลูด่าง เก็บข้อมูลคุณภาพอากาศภายในอาคารโดยเครื่องมือ Direct reading และเก็บข้อมูลกลุ่มอาการเจ็บป่วยจากอาคารโดยใช้แบบสัมภาษณ์ ระยะเวลาในการทดลอง 6 สัปดาห์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ ได้แก่ สถิติเชิงพรรณนา, General Linear model repeated measure

ผลการทดลองพบว่า ต้นพลูด่างมีความสามารถในการลดอนุภาคแขวนลอยในอากาศ ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และกลุ่มอาการเจ็บป่วยจากอาคารโดย เมื่อเปรียบเทียบปริมาณอนุภาคแขวนลอยในอากาศขนาด 2.5 พื้นที่ A ก่อน และหลังการจัดวางพลูด่าง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 ($p = 0.018, 0.015, 0.017, 0.016$ ตามลำดับ) และพื้นที่ B มีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 ($p = 0.001, 0.002, 0.000, 0.000$ ตามลำดับ) อนุภาคแขวนลอยในอากาศขนาด 10 ไมครอนพื้นที่ A ก่อน และหลังการจัดวางพลูด่าง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 ($p = 0.002$) และพื้นที่ B มีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 ($p = 0.000$) เมื่อเปรียบเทียบความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ก่อนและหลังการจัดวางพลูด่างพบว่า ในพื้นที่ A ค่าความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ระหว่างก่อนการจัดวางพลูด่างกับค่าความเข้มข้นในสัปดาห์ที่ 3 และ 4 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($p = 0.020, 0.010$ ตามลำดับ) และในพื้นที่ B เมื่อเปรียบเทียบค่าความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ก่อน และหลังการจัดวางพลูด่างพบว่า ค่าความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ระหว่างก่อนกับหลังการจัดวางต้นพลูด่างมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 ($p = 0.006, 0.000, 0.003, 0.002$ ตามลำดับ) ผลการเปรียบเทียบจำนวนร้อยละของกลุ่มอาการเจ็บป่วยจากอาคารในพนักงานธุรการพบว่าร้อยละของพนักงานที่มีอาการเจ็บป่วยจากอาคารระหว่างก่อนและหลังการจัดต้นพลูด่างแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 ($p = 0.000, 0.010$ ตามลำดับ)

ข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาครั้งนี้คือแนะนำให้ใช้ต้นพลูด่างเพื่อปรับปรุงคุณภาพอากาศภายในอาคารร่วมกับวิธีอื่น ๆ และควรทำการศึกษาวิจัยในระยะเวลาที่นานขึ้นเพื่อให้เห็นผลในระยะยาวของการจัดการคุณภาพอากาศภายในอาคารของต้นพลูด่างและควรประเมินความพึงพอใจของพนักงานผู้เข้าร่วมด้วย

4031899429 BUU iThesis 60920159 thesis / recv: 24062562 14:13:49 / seq: 35

60920159: MAJOR: OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY; M.Sc. (OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY)

KEYWORDS: E.AUREUM, CARBON DIOXIDE, PARTICULAR MATTER, SICK BUILDING SYNDROME

KAWALEE SADANGRIT : THE EFFECTIVENESS OF E.AUREUM IN REDUCING CARBONDIOXIDE CONCENTRATION, PARTICULAR MATTER AND SICK BUILDING SYNDROME AMONG OFFICE WORKERS IN A HOSPITAL IN RAYONG PROVINCE. ADVISORY COMMITTEE: SRIRAT LORMPHONGS, Ph.D., NANTAPORN PHATRABUDDSA, Ph.D. 2018.

This purpose of this research was to improved the indoor air quality. In order to reducing the particular matter and carbon dioxide concentration and the number of sick building syndrome (SBS) among office workers in hospital by used the E.AUREUM. The indoor air quality measurement included particular matter size 2.5 and 10 micrometer (PM_{10},$PM_{2.5}$), carbon dioxide by direct reading method. The number of SBS was estimated by interview questionnaire. Duration of this study was 6 weeks. The static used was descriptive frequency and general linear model repeated measure.

The result of study revealed that E.AUREUM effectiveness to reduce particular matter and carbon dioxide and the number of sick building syndrome (SBS) among office worker in hospital. The comparison of particular matter size 2.5 micrometer in section A before and after study was difference significantly at 0.05 level (p = 0.018, 0.015, 0.017, 0.016, respectively) and in section B was at 0.01 level (p = 0.001, 0.002, 0.000, 0.000, respectively) .The comparison of particular matter size 10 micron in section A before and after study was difference significantly at 0.01 level (p = 0.002) and in section B was at 0.01 level (p = 0.001). The comparison of carbon dioxide in section A before and after 3^{rd}, 4^{th} week of this study was difference significantly at 0.01 level (p = 0.020, 0.010, respectively) and in section B was at 0.01 level (p = 0.006, 0.000, 0.003, 0.002, respectively). The comparison of number of sick building syndrome among worker before and after 1^{st} week of this study was difference significantly at 0.01 level (p = 0.000, 0.010, respectively).

Suggestion for this research is advice workplace use E.AUREUM to improve indoor air quality. For further research is long-term study form this research to monitor indoor air quality and satisfaction of the workers.

4031899429 BUU iThesis 60920159 thesis / recv: 24062562 14:13:49 / seq: 35

กิตติกรรมประกาศ

ในการทำการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศรีรัตน์ ล้อมพงศ์ และรองศาสตราจารย์ ดร. นันทพร ภัทรพุทธ ผู้จุดประกายหัวข้อการทำวิจัยและได้ให้ความอนุเคราะห์ให้คำปรึกษาแนวทางการปฏิบัติและข้อเสนอแนะเกี่ยวกับแนวทางในการทำวิจัยในครั้งนี้

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ และคุณแม่ ที่เป็นผู้ให้กำลังใจ สนับสนุน และให้โอกาสการศึกษาอันมีค่ายิ่ง

ขอขอบพระคุณโรงพยาบาลแห่งหนึ่งในจังหวัดระยองที่เอื้อเฟื้อสถานที่ และให้ความร่วมมือในการเก็บข้อมูลสำหรับการทำวิจัย ขอขอบพระคุณบริษัท Innovative Instrument สำหรับการอนุเคราะห์ให้ยืมเครื่องมือในการศึกษาวิจัย ขอบคุณเพื่อนในกลุ่มทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือ ตลอดจนคำแนะนำที่เป็น ประโยชน์ในการทำงานวิจัย ท้ายที่สุดขอขอบคุณผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่าน ที่ช่วยประสานงาน ติดต่อ และเป็นกำลังใจ ให้ผู้วิจัยสามารถทำงานวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

เกวลี แสดงฤทธิ์

4031899429 BUU iThesis 60920159 thesis / recv: 24062562 14:13:49 / seq: 35

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ฉ

กิตติกรรมประกาศ ..... ช

สารบัญ ..... ซ

สารบัญตาราง ..... ฎ

สารบัญภาพ ..... ฐ

บทที่ 1 บทนำ 1

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

วัตถุประสงค์ของการวิจัย 4

สมมติฐานของการวิจัย 4

กรอบแนวคิดในการวิจัย 5

ประโยชน์ที่ได้คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัย 5

ขอบเขตของการวิจัย 5

ข้อจำกัดในการวิจัย 6

นิยามศัพท์เฉพาะ 6

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 8

คุณภาพอากาศภายในอาคารและประเภทของสารพิษที่พบบ่อยในอาคารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 8

ความสัมพันธ์ระหว่างการเจ็บป่วยจากอาคาร (Sick building syndrome) กับคนในอาคารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 19

การจัดการกับคุณภาพอากาศภายในอาคารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 25

4031899429 BUU iThesis 60920159 thesis / recv: 24062562 14:13:49 / seq: 35

ต้นไม้กับการปรับปรุงคุณภาพอากาศในอาคารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 27
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย 39
รูปแบบการวิจัย 39
ประชากรที่ศึกษา 39
เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล 39
การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ 41
จริยธรรมวิจัย 43
วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล 43
การพิทักษ์สิทธิกลุ่มตัวอย่าง 50
การวิเคราะห์ข้อมูล 50
บทที่ 4 ผลการวิจัย 51
ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับปัจจัยส่วนบุคคลของผู้ตอบแบบสัมภาษณ์ 51
ตอนที่ 2 ผลการตรวจวัดความเข้มข้นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และอนุภาคแขวนลอยในอากาศในอาคารก่อนการจัดวางต้นพลูด่างแยกตามชั่วโมงทำงาน 52
ตอนที่ 3 ผลตรวจวัดความเข้มข้นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และอนุภาคแขวนลอยในอากาศในแผนกธุรการหลังการจัดวางต้นพลูด่างแยกตามชั่วโมงทำงาน 54
ตอนที่ 4 ผลการทดสอบสมมุติฐานเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างความเข้มข้นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และ อนุภาคแขวนลอยในอากาศในอาคารก่อนและหลังการจัดวางต้นพลูด่าง 57
ตอนที่ 5 ผลสัมภาษณ์กลุ่มอาการเจ็บป่วยจากอาคารของพนักงานธุรการก่อนการจัดวางต้นพลูด่าง 63
ตอนที่ 6 ผลการสัมภาษณ์กลุ่มอาการเจ็บป่วยจากอาคารของพนักงานธุรการหลังการจัดวางต้นพลูด่าง 65

4031899429 BUU iThesis 60920159 thesis / recv: 24062562 14:13:49 / seq: 35

ตอนที่ 7 ผลการทดสอบสมมุติฐานเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มอาการเจ็บป่วยจากอาคารก่อนและหลังการจัดวางต้นพลูด่าง 69
บทที่ 5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 71
ข้อเสนอแนะ 75
บรรณานุกรม 77
ภาคผนวก 82
ภาคผนวก ก 83
ภาคผนวก ข 88
ภาคผนวก ค 92
ภาคผนวก ง 98
ประวัติย่อของผู้วิจัย 113

4031899429
BUU iThesis 60920159 thesis / recv: 24062562 14:13:49 / seq: 35

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 วิธีการตรวจวัด ค่าสูงสุดที่ยอมรับได้ ของคุณภาพอากาศภายในอาคารตามสำนักอนามัย สิ่งแวดล้อมและกรมอนามัย พ.ศ. 2555 11

ตารางที่ 2 อันตรายของอนุภาคแขวนลอยในอากาศต่อร่างกายมนุษย์ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (WHO, 2005) 19

ตารางที่ 3 สรุปงานวิจัยที่เกี่ยวข้องของต้นไม้ที่มีความสามารถในการดูดซึมสารปนเปื้อน 36

ตารางที่ 4 การเก็บข้อมูล 48

ตารางที่ 5 จำนวนและร้อยละของพนักงานธุรการจำแนกตามข้อมูลส่วนบุคคล 52

ตารางที่ 6 ผลการตรวจวัดความเข้มข้นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และอนุภาคแขวนลอยในอากาศในอาคารก่อนการจัดวางต้นพลูด่าง แยกตามชั่วโมงทำงานในบริเวณพื้นที่ A 53

ตารางที่ 7 ผลการตรวจวัดความเข้มข้นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และอนุภาคแขวนลอยในอากาศในอาคารก่อนการจัดวางต้นพลูด่าง แยกตามชั่วโมงทำงานในบริเวณพื้นที่ B.....54

ตารางที่ 8 ผลตรวจวัดความเข้มข้นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และอนุภาคแขวนลอยในอากาศในแผนกธุรการหลังการจัดวางต้นพลูด่างพื้นที่ A แยกตามชั่วโมงงาน 55

ตารางที่ 9 ผลตรวจวัดความเข้มข้นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และอนุภาคแขวนลอยในอากาศในแผนกธุรการ หลังการจัดวางต้นพลูด่างพื้นที่ B แยกตามชั่วโมงงาน 56

ตารางที่ 10 ผลการทดสอบสมมุติฐานเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างความเข้มข้นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และ อนุภาคแขวนลอยในอากาศในอาคารก่อนและหลังการจัดวางต้นพลูด่างพื้นที่ A 58

ตารางที่ 11 ผลการทดสอบสมมุติฐานเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างความเข้มข้นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และ อนุภาคแขวนลอยในอากาศในอาคารก่อนและหลังการจัดวางต้นพลูด่างพื้นที่ B.....61

ตารางที่ 12 ผลการสัมภาษณ์กลุ่มอาการเจ็บป่วยจากอาคารของพนักงานธุรการหลังการจัดวาง ต้นพลูด่าง 64

4031899429 BUU iThesis 60920159 thesis / recv: 24062562 14:13:49 / seq: 35

ตารางที่ 13 ผลการสัมภาษณ์กลุ่มอาการเจ็บป่วยจากอาคารของพนักงานธุรการหลังการจัดวาง ต้นพลูด่างครั้งที่ 1 65

ตารางที่ 14 ผลการสัมภาษณ์กลุ่มอาการเจ็บป่วยจากอาคารของพนักงานธุรการหลังการจัดวาง ต้นพลูด่างครั้งที่ 1 67

ตารางที่ 15 เปรียบเทียบผลสัมภาษณ์กลุ่มอาการเจ็บป่วยจากอาคารก่อนและหลังการจัดวาง ต้นพลูด่างครั้งที่ 1 และ 2.....68

ตารางที่ 16 ผลการทดสอบสมมุติฐานเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มอาการเจ็บป่วยจากอาคารก่อนและหลังการจัดวางต้นพลูด่าง.....70

4031899429 BUU iThesis 60920159 thesis / recv: 24062562 14:13:49 / seq: 35

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย 5

ภาพที่ 2 กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงโดยรวม (www.biologdictionary.net) 28

ภาพที่ 3 กระบวนการวัฏจักรเคลวิน (Calvin cycle) (www.biologdictionary.net) 29

ภาพที่ 4 CO_2 response curve photosynthesis (Driessen, 2013) 30

ภาพที่ 5 กลไกการกำจัดฝุ่นของใบไม้ (Wei et al., 2017) 33

ภาพที่ 6 แปลนตึกและพื้นที่ ที่ใช้ทำการทดลอง (หมายเหตุ ความสูงจากพื้นถึงเพดานคือ 2.8 เมตร) 43

ภาพที่ 7 กำหนดจุดตรวจวัด 45

ภาพที่ 8 การเก็บข้อมูล 47

4031899429 BUU iThesis 60920159 thesis / recv: 24062562 14:13:49 / seq: 35

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบัน ด้วยเทคโนโลยีที่ก้าวไกล รวมไปถึงสภาพสังคม และเศรษฐกิจที่เปลี่ยนแปลงไป ทำให้สังคมการทำงานยุคใหม่มีการใช้เครื่องจักรเข้ามาทุ่นแรง และทำการเก็บข้อมูลเข้าสู่ระบบอิเล็คทรอนิกส์ โดยที่มนุษย์ทำการควบคุมเครื่องจักรผ่านระบบคอมพิวเตอร์ภายในอาคารอีกทีหนึ่ง (สร้อยสุดา เกสรทอง, 2549) ทำให้วิถีชีวิตประจำวันของมนุษย์ส่วนใหญ่ใช้ชีวิตภายในอาคารประมาณร้อยละ 90 และเป็นเช่นนี้ซ้ำราว 5-6 วันต่อสัปดาห์ (Gunnarsen et al., 2006) ทั่วโลกจึงหันมาให้ความสนใจ กับคุณภาพของอากาศในอาคารมากขึ้น

คุณภาพอากาศภายในอาคารมีความสัมพันธ์กับสุขภาพของคนทำงานอย่างมีนัยสำคัญ (Namiesnik et al., 1992) ตามมาตรฐานหน่วยงานสิ่งแวดล้อมของสหรัฐอเมริกาได้ทำการศึกษาและสรุปไว้ว่า สิ่งปนเปื้อนในอาคารมีปริมาณสูงกว่าภายนอกอาคารถึง 2-5 เท่า จากกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ที่เกิดขึ้นภายในอาคาร (U.S. Environmental Protection Agency, 1987) โดยกิจกรรมที่มีความเสี่ยง ได้แก่ งานถ่ายเอกสาร พิมพ์เอกสารจากเครื่องพิมพ์และเครื่องถ่ายเอกสาร (Han, Kim, & Hong, 2011) รวมไปถึงการซ่อมบำรุง สิ่งปนเปื้อนที่ตรวจพบ คือ ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ สารฟอมาลดีไฮด์ โอโซนและอนุภาคแขวนลอย สิ่งปนเปื้อนเหล่านี้ทำให้เกิดปัญหาของคุณภาพอากาศภายในอาคาร (เชิดศิริ นิลผาย, 2558) เมื่อเปรียบเทียบผู้ปฏิบัติงานถ่ายเอกสารระหว่างคนที่ทำงานในห้องที่มีเครื่องปรับอากาศและห้องที่ไม่มีเครื่องปรับอากาศ พบว่าผู้ปฏิบัติงานที่ทำงานถ่ายเอกสารในห้องที่มีเครื่องปรับอากาศ มีความเสี่ยงที่จะป่วยเป็นกลุ่มอาการเจ็บป่วยจากอาคารมากกว่าผู้ปฏิบัติงานถ่ายเอกสารที่ไม่มีเครื่องปรับอากาศถึง 12.1 เท่า (เชิดศิริ นิลผาย, 2558)

การเจ็บป่วยจากคุณภาพอากาศในอาคารนั้นเรียกว่ากลุ่มอาการเจ็บป่วยจากอาคาร (Sick building syndrome) เป็นกลุ่มอาการที่มีอุบัติการณ์ไม่ชัดเจน มักถูกพบในลักษณะของการแพร่กระจายของโรคทางเดินหายใจ สาเหตุเกิดจากคุณภาพอากาศภายในตึกที่ไม่เหมาะสม มีการแบ่งอาการเป็น 5 กลุ่มอาการ คือ กลุ่มอาการคัดจมูก กลุ่มอาการทางลำคอและทางเดินหายใจ กลุ่มอาการระคายเคืองตา กลุ่มอาการทางผิวหนัง กลุ่มอาการปวดศีรษะ มึนงงและเมื่อยล้า ซึ่งถ้าอาการต่าง ๆ เหล่านี้ เกิดขึ้นกับผู้ปฏิบัติงานมากกว่าร้อยละ 20 ขึ้นไป โดยมีอาการยาวนานกว่า 2 สัปดาห์ และหายไปเมื่อออกนอกอาคารหรือจุดที่ปฏิบัติงาน จะถือได้ว่าเป็นการเจ็บป่วยจาก

4031899429 BUU iThesis 60920159 thesis / recv: 24062562 14:13:49 / seq: 35

อาคาร (LaDou & Harrison, 2007)

ความรุนแรงของกลุ่มอาการเจ็บป่วยจากอาคารแม้ว่าเป็นโรคที่รุนแรงไม่มากนักและไม่มีอันตรายต่อชีวิต แต่ก็เป็นภัยเงียบทางสุขภาพที่เกิดขึ้น โดยคนทั่วไปนึกไม่ถึง สามารถส่งผลต่อประสิทธิภาพในการทำงานและแรงจูงใจในการทำงาน (สร้อยสุดา เกสรทอง, 2549) ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเกิดกลุ่มอาการเจ็บป่วยจากอาคารประกอบไปด้วย ปัจจัยทางกายภาพ เช่น การระบายอากาศ อุณหภูมิของห้องทำงาน ความเร็วลม แสงสว่าง ปัจจัยทางเคมี เช่น สารฟอมัลดีไฮด์ (Formaldehyde) สารระเหยอินทรีย์ (Volatile organic compound: VOCs) ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ไนโตรเจนออกไซด์ (NO_2) โอโซน (O_3) เรดอน (Radon) อนุภาคแขวนลอยในอากาศ (Particular matter) ปัจจัยทางชีวภาพ จุลชีพแขวนลอยในอากาศ เชื้อโรค และเชื้อรา ปัจจัยด้านผู้ทำงาน เช่น โรคประจำตัว เพศ อายุ ปัจจัยด้านจิตสังคม เช่น ความเครียดจากการทำงาน ชั่วโมงการทำงาน ลักษณะของงาน ความพึงพอใจในหน้าที่การงาน (LaDou & Harrison, 2007)

การจัดการคุณภาพของอากาศในอาคารเพื่อลดความเสี่ยงต่อกลุ่มอาการเจ็บป่วยจากอาคารสามารถทำได้ โดยการปรับปรุงระบบระบายอากาศ เช่นการติดตั้งเครื่องปรับอากาศ การปรับโครงสร้างของตึกและห้องทำงาน การปรับเปลี่ยนทางสถาปัตยกรรมเพื่อให้มีการไหลของอากาศที่ดีขึ้น ร่วมกับการใช้เครื่องใช้อาคารที่มีส่วนประกอบของสารระเหยอินทรีย์ให้น้อยที่สุด (Golden, 2015) ซึ่งในบางโรงงานหรือบริษัทอาจมีข้อจำกัดด้านงบประมาณในการจัดการ

งานธุรการในโรงพยาบาลที่ศึกษาแห่งนี้ เป็นหน้าที่สำคัญในองค์กรหรือบริษัท ประกอบไปด้วยการทำงานหลายส่วนที่เกี่ยวข้องกับ การถ่ายเอกสาร พิมพ์ดีด โรเนียว การซ่อมบำรุงเครื่องพิมพ์ ดูแลงานด้านเอกสาร จัดเรียง เอกสาร ตลอดจนการจัดเก็บและค้นหาเอกสารต่าง ๆ พนักงานธุรการอาจเป็นพยาบาล ผู้ช่วยพยาบาล และเจ้าหน้าที่ธุรการ บรรยากาศการทำงานนั้นเป็นการทำงานในห้องปรับอากาศ มีระบบปรับอากาศ Variable refrigerant flow system (VRF) ที่นิยมใช้ในอาคารสำนักงาน ไม่สามารถปรับอุณหภูมิแยกส่วนได้ ห้องทำงานในอาคารมีสถานที่ตั้งเป็นทางการชัดเจนในโรงพยาบาล มีพนักงานมากกว่า 10 ถึง 15 คน ต่อ 1 ห้องสำนักงาน แต่ละคนไม่มีโต๊ะเก้าอี้ทำงานประจำเป็นของตนเอง สามารถนำโต๊ะทำงานมาต่อชิดกันได้ หากมี เอกสารที่ต้องจัดเรียงปริมาณมาก เนื่องจากงานธุรการ เป็นงานที่มีความเสี่ยงของสิ่งคุกคามไม่ชัดเจน จึงไม่เคยมีการตรวจสภาพแวดล้อมการทำงาน ไม่มีการตรวจวัดฝุ่น,ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์หรือสารปนเปื้อนอื่น ๆ มีการร้องเรียนจากพนักงานธุรการของโรงพยาบาล เรื่องกลิ่นจากเครื่องพิมพ์และเครื่องถ่ายเอกสารระหว่างการจัดพิมพ์ พนักงานส่วนใหญ่มีปัญหาเรื่อง อาการคัดจมูก แน่นจมูก เคืองตาและเวียนศีรษะระหว่างการทำงาน โดยเมื่อออกนอกบริเวณที่จัดพิมพ์แล้วอาการ

4031899429 BUU iThesis 60920159 thesis / recv: 24062562 14:13:49 / seq: 35

เหล่านี้จะดีขึ้น

การแก้ไขปัญหาคุณภาพอากาศภายในอาคารสามารถทำได้หลายรูปแบบ ประกอบด้วย การปรับปรุงการกรองอากาศ โดยทำความสะอาดแผงกรองอากาศเป็นประจำ (Air filtration system) การติดหลอดไฟฆ่าเชื้อโรคในระบบท่อลมเย็น (Air dust system) กับแผงกรองอากาศประสิทธิภาพสูง (High efficiency particulate air filter) การล้างคอลย์เย็น (Cooling coil) การทำความสะอาดผ้าม่านสัปดาห์ละ 1 ครั้ง การใช้วัสดุที่มีความเป็นพิษต่ำหรือมีสิ่งปนเปื้อนที่มีผลต่อสุขภาพของมนุษย์น้อยที่สุด หรือ อาจทำการป้องกันที่ตัวผู้ใช้อาคารเอง โดยการใช้หน้ากากป้องกันสารเคมีและฝุ่น ผู้ที่อยู่ในอาคารควรปลูกไม้ประดับสำหรับการกำจัดสารมลพิษที่ปนเปื้อนอยู่ภายในอาคาร เป็นต้น (กรมอนามัย สำนักอนามัยและสิ่งแวดล้อม, 2559)

การปลูกต้นไม้ประดับในอาคารนั้น นอกจากจะใช้เพื่อการตกแต่งแล้ว ยังมีความสามารถในการลดสิ่งปนเปื้อนในอาคารได้ ต้นไม้ประดับที่นิยมปลูกในอาคาร มีหลายชนิด โดยแต่ละชนิดจะมีคุณสมบัติ ในการลดสิ่งปนเปื้อน แตกต่างกันออกไป (ธนากร รัตนพันธุ์, มณีรัตน์ องค์วรรณดี และศิริมา ปัญญาเมธีกุล, 2559) การใช้ต้นไม้เพื่อการปรับปรุงคุณภาพอากาศนั้น มีหลากหลายงานวิจัยกับต้นไม้หลากหลายชนิดที่ทำการทดลองในห้องทดลองหรือระบบตู้ทดลอง แต่มีเพียงไม่กี่งานวิจัยเท่านั้น ที่ทำการทดลองในสภาพแวดล้อมจริง (Dela Cruz, Christensen, Thomsen, & Muller, 2014) เนื่องจากโดยปกติแล้ว พืชจะเติบโตในสภาวะแวดล้อมตามธรรมชาติหรือนอกอาคารเป็นหลัก การนำพืชเข้ามาปลูกในอาคารนั้น ย่อมมีความแตกต่างกันระหว่างสภาพแวดล้อมภายนอกอาคารและสภาพแวดล้อมภายในอาคาร เช่น อุณหภูมิและแสงสว่าง (Reece et al., 2017) ซึ่งอาจมีผลต่อการเจริญเติบโตและการสังเคราะห์แสงของพืชได้

ต้นพลูด่าง เป็นต้นไม้ อีกชนิดหนึ่งที่มีความสามารถในการจัดการกับคุณภาพอากาศภายในอาคาร มีประสิทธิภาพในการลดปริมาณของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (Suhaimi, Leman, Afandi, Hariri, Idris, Dzulkifli, & Gani, 2017) และ อนุภาคแขวนลอยในอากาศได้ดี (Torpy & Zavattaro, 2018) ต้นพลูด่างอายุ 3 เดือน มีความสามารถ ในการดักจับ อนุภาคแขวนลอย โดยสัมประสิทธิ์การสูญหายของอนุภาคแขวนลอย เส้นผ่านศูนย์กลาง 2.5 ไมโครเมตร ($PM_{2.5}$) มีค่าประมาณ 0.06 ถึง 0.07 ต่อชั่วโมง (ธนากร รัตนพันธุ์ และคณะ, 2559) พลูด่างอายุ 8 เดือนมีความสามารถในการลดความเข้มข้นของ PM_{10} และ $PM_{2.5}$ ได้ราว 20% เมื่อเทียบกับปริมาณฝุ่นในห้องควบคุม โดยใช้เวลาประมาณ 40 นาที (Torpy & Zavattaro, 2018) ต้นพลูด่างอายุเฉลี่ย 1 ปี สูงประมาณ 25 เซนติเมตร ปลูกในกระถางขนาด 7 นิ้ว สามารถลดปริมาณความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ได้ในเวลา 8 ชั่วโมง ต้นพลูด่างเป็นต้นไม้ที่เติบโตง่ายและมีขนาดเล็กสามารถขนย้ายได้สะดวก ดูแลง่ายไม่จำเป็นต้องรดน้ำบ่อย เหมาะสำหรับการปลูกในอาคาร

4031899429 BUU iThesis 60920159 thesis / recv: 24062562 14:13:49 / seq: 35

(พัฒน์ พิชาน, 2549)

จากความสามารถของต้นพลูด่างในการลดสารปนเปื้อนต่าง ๆ ในห้องทดลอง เห็นได้ว่าต้นพลูด่างเป็นต้นไม้ที่มีประสิทธิภาพในการจัดการกับคุณภาพของอากาศ ด้วยเหตุผลที่กล่าวมาข้างต้นผู้วิจัยจึงเลือกใช้ต้นพลูด่างเพื่อปรับปรุงคุณภาพอากาศในชีวิตจริง (Real-life setting) และศึกษาประสิทธิผลในการลดความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ปริมาณอนุภาคแขวนลอย และกลุ่มอาการเจ็บป่วยจากอาคารของพนักงานธุรการในโรงพยาบาลแห่งหนึ่งของจังหวัดระยอง

4031899429 BUU iThesis 60920159 thesis / recv: 24062562 14:13:49 / seq: 35

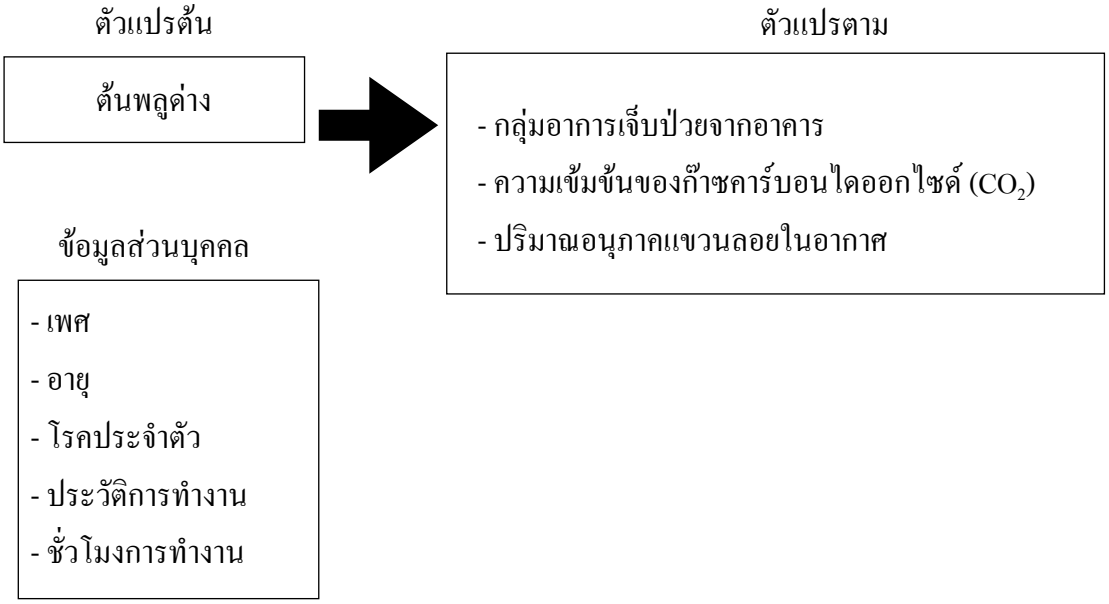
วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาประสิทธิผลของต้นพลูด่างในการลดความเข้มข้นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และอนุภาคแขวนลอยในอากาศในอาคารและกลุ่มอาการเจ็บป่วยจากอาคารของพนักงานธุรการในโรงพยาบาลแห่งหนึ่งของจังหวัดระยอง
2. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และปริมาณอนุภาคแขวนลอยในอากาศ ก่อนและหลังการจัดต้นพลูด่างไว้ในอาคาร
3. เพื่อเปรียบเทียบอัตราอุบัติการณ์ของกลุ่มอาการเจ็บป่วยจากอาคาร ของพนักงานธุรการ ก่อนและหลังการจัดต้นพลูด่างไว้ในอาคาร

สมมติฐานของการวิจัย

1. ต้นพลูด่างสามารถลดกลุ่มอาการเจ็บป่วยจากอาคารได้
2. ต้นพลูด่างสามารถลดความเข้มข้นของอนุภาคแขวนลอยในอากาศได้
3. ต้นพลูด่างสามารถลดความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้

กรอบแนวคิดในการวิจัย



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

ประโยชน์ที่ได้คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัย

1. เพื่อทราบประสิทธิผลของต้นพลูด่างในการลดความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ปริมาณอนุภาคแขวนลอยและกลุ่มอาการเจ็บป่วยจากอาคารของพนักงานธุรการ

2. เพื่อนำไปสู่การจัดการแก้ไข ป้องกันและควบคุมอันตรายจากคุณภาพอากาศในอาคารและสุขภาพของพนักงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้นในอนาคต

ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาประสิทธิผลของต้นพลูด่างในการลดความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ปริมาณอนุภาคแขวนลอยในอากาศและกลุ่มอาการเจ็บป่วยจากอาคารของพนักงานธุรการในโรงพยาบาลแห่งหนึ่งของจังหวัดระยอง ในงานวิจัยนี้จะศึกษาเฉพาะความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ กลุ่มอาการเจ็บป่วยจากอาคารของพนักงานธุรการที่ไม่มีโรคประจำตัวเกี่ยวกับทางเดินหายใจ หรืออยู่ในระหว่างการรักษาโรคเกี่ยวกับทางเดินหายใจ ไมเกรน ภูมิแพ้ และโรคอื่น ๆ ที่อาจมีผลต่อการวินิจฉัยของโรงพยาบาลแห่งหนึ่งในจังหวัดระยอง มีระยะเวลาการทำงาน ของโครงการมากกว่า 1 เดือน ศึกษาทำการเก็บข้อมูลใช้แบบสัมภาษณ์

4031899429 BUU iThesis 60920159 thesis / recv: 24062562 14:13:49 / seq: 35

ระยะเวลาศึกษา 2 เดือน (ตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2562 ถึงเดือนเมษายน ปี พ.ศ. 2562) หลังจากขอจริยธรรมจากคณะสาธารณสุขศาสตร์เป็นที่เรียบร้อยแล้ว เพื่อเก็บข้อมูลจากพนักงานธุรการในโรงพยาบาลแห่งหนึ่งของจังหวัดระยองเท่านั้น

ข้อจำกัดในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ได้ทดลองกับกลุ่มตัวอย่างเพียงกลุ่มตัวอย่างเดียวโดยใช้ข้อมูลความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) และปริมาณอนุภาคแขวนลอยในอากาศ รวมถึงกลุ่มอาการเจ็บป่วยจากอาคารของพนักงานก่อนและหลังการจัดต้นพลูด่างไว้ในอาคารมาเปรียบเทียบกัน

ข้อมูลด้านกลุ่มอาการเจ็บป่วยจากการทำงานในอาคาร เป็นกลุ่มอาการสั้น ๆ ซึ่งอาการอาจหายไปได้เองใน 2-3 ชั่วโมง แบบสอบถามที่ใช้ในการเก็บรวบรวมอาจไม่ตรงกับช่วงที่เกิดอาการ

นิยามศัพท์เฉพาะ

ข้อมูลส่วนบุคคล หมายถึง ข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่างในเรื่อง เพศ อายุ โรคประจำตัว ประวัติการทำงาน และชั่วโมงการทำงาน โดยที่

เพศ หมายถึง ลักษณะแสดงความเป็นเพศชายหรือหญิง ที่ติดตัวมาแต่กำเนิดหรือระบุอยู่ในบัตรประชาชน

อายุ คือ อายุนับเป็นปีตั้งแต่เกิดถึงปีที่ตอบในแบบสอบถามของพนักงานธุรการที่ทำงานในโรงพยาบาลแห่งหนึ่งของจังหวัดระยอง

โรคประจำตัว หมายถึง สภาวะหรือความเจ็บป่วยใด ๆ ที่ได้รับการวินิจฉัยโดยแพทย์แผนปัจจุบันชั้นหนึ่งโดยต้องทานยาเป็นประจำหรือไม่ต้องก็ได้

ประวัติการทำงาน คือ จำนวนเต็มปีนับตั้งแต่การทำงานในโรงพยาบาลที่ศึกษา จนถึงปีปัจจุบันหน่วยเป็นปี

ชั่วโมงการทำงาน หมายถึง จำนวนชั่วโมงการทำงานต่อวันที่ต้องทำงานเกี่ยวข้องกับการจัดพิมพ์และ ถ่ายเอกสารจากเครื่องถ่ายเอกสาร เครื่องโรเนียว เครื่องพิมพ์ดีด เครื่องคอมพิวเตอร์ และเครื่องพิมพ์เลเซอร์ เครื่องถ่ายพิมพ์เขียว มีหน่วยเป็นชั่วโมง

ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) หมายถึง ก๊าซที่ไม่มีสีไม่มีกลิ่น ไม่มีรส เกิดจากการออกซิเดชั่นของคาร์บอนมอนอกไซด์ พบได้ทั่วไปในบรรยากาศ วัดความเข้มข้นได้จากการวัดโดยเครื่องมือ Model 7575 Q-Trak IAQ Monitor ในอาคาร มีหน่วยเป็น ส่วนในล้านส่วน (ppm)

4031899429 BUU iThesis 60920159 thesis / recv: 24062562 14:13:49 / seq: 35

ตามมาตรฐานของกรมอนามัย สำนักอนามัยและสิ่งแวดล้อมกระทรวงสาธารณสุข

อนุภาคแขวนลอยในอากาศ หมายถึง อนุภาคของแข็งขนาดเล็กที่กระจายอยู่ในบรรยากาศ มีเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เกิน 10 ไมโครเมตร และไม่เกิน 2.5 ไมโครเมตร วัดปริมาณได้โดยเครื่องมือ DustTrak DRX Handheld Aerosol Monitor Model 8534 ในอาคาร มีหน่วยเป็นมิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามมาตรฐานของกรมอนามัย สำนักอนามัยและสิ่งแวดล้อมกระทรวงสาธารณสุข

ต้นพลูด่าง หมายถึง จำนวนต้นพลูด่างอายุประมาณ 8 เดือนถึง 1 ปี พื้นที่เฉลี่ยของใบทั้ง 2 ด้าน ประมาณ 3.6-3.9 ตารางเมตรต่อต้น มีจำนวนใบประมาณ 65 ± 5 ความสูงประมาณ 25 เซนติเมตรต่อต้นปลูกในกระถางขนาด 6 นิ้ว นับจำนวนตามกระถางของต้น

พนักงานธุรการ หมายถึงพนักงานที่ทำงานในห้องปรับอากาศ เกี่ยวข้องกับการจัดพิมพ์และ ถ่ายเอกสาร ประกอบด้วยฝ่ายการพยาบาล ผู้ช่วยพยาบาล และเจ้าหน้าที่ธุรการและเจ้าหน้าที่สาธารณสุข ในศูนย์ตรวจสุขภาพของโรงพยาบาลแห่งหนึ่งในจังหวัดระยอง ที่มีหน้าที่เกี่ยวข้องกับการจัดพิมพ์ และถ่ายเอกสารจากเครื่องถ่ายเอกสาร เครื่องโรเนียว เครื่องพิมพ์ดีด เครื่องคอมพิวเตอร์ และเครื่องพิมพ์เลเซอร์ เครื่องถ่ายพิมพ์เขียว

กลุ่มอาการเจ็บป่วยจากอาคาร หมายถึง กลุ่มอาการที่เกิดกับกลุ่มคนทำงานในอาคาร โดยมีความสัมพันธ์กับช่วงเวลาที่อยู่ในอาคาร และอาการจะหายไปเมื่อออกจากอาคาร ข้อมูลอาการเจ็บป่วยของพนักงานใช้ แบบสัมภาษณ์กลุ่มอาการเจ็บป่วยจากอาคาร ได้ประยุกต์จากแบบสอบถามปัญหาสุขภาพของผู้ที่อยู่ในอาคารจากคู่มือการปฏิบัติงานเพื่อการตรวจประเมินคุณภาพอากาศภายในอาคารสำหรับเจ้าหน้าที่ สำนักอนามัยสิ่งแวดล้อม กรมอนามัย โดยพนักงานธุรการผู้ตอบแบบสัมภาษณ์มีอาการตั้งแต่ 2 อาการขึ้นไปในกลุ่ม 1 อาการ โดยต้องมีอาการ 4-6 ครั้งต่อสัปดาห์หรือ 1-3 ครั้งต่อสัปดาห์ หรือมี 1 อาการใน 1 กลุ่มอาการขึ้นไปโดยมีอาการ 7 วันต่อสัปดาห์และอาการเหล่านั้นต้องเกิดในช่วง 1 สัปดาห์ที่ผ่านมา เป็นอาการที่เกิดขึ้นในขณะปฏิบัติงานในอาคารและหายไปเมื่ออยู่นอกอาคารมีกลุ่มอาการ คือ

1. กลุ่มอาการคัดจมูก ได้แก่ อาการจาม คันจมูก คัดจมูก น้ำมูกไหล
2. กลุ่มอาการทางลำคอและทางเดินหายใจ ได้แก่ ไอแห้ง คอแห้ง ระคายเคืองคอ เจ็บคอ หายใจสั้น หายใจติดขัด
3. กลุ่มอาการระคายเคืองตา ได้แก่ แสบตา ตาแห้ง ปวดตา คันตา ตาแดง ระคายเคืองตา
4. กลุ่มอาการปวดศีรษะ มึนงงและเมื่อยล้า ได้แก่ ปวดศีรษะ เวียนศีรษะ คลื่นไส้ เหนื่อยล้า เซื่องซึม

4031899429 BUU iThesis 60920159 thesis / recv: 24062562 14:13:49 / seq: 35

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษานี้ เป็นการศึกษาประสิทธิผลของต้นพลูด่างในการลดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์อนุภาคแขวนลอยในอากาศและกลุ่มอาการเจ็บป่วยจากอาคารของพนักงานธุรการในโรงพยาบาลแห่งหนึ่งของจังหวัดระยอง ผู้วิจัยได้ศึกษารวบรวมแนวคิด ทฤษฎีและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องมาเป็นแนวทางในการศึกษา โดยมีรายละเอียดเนื้อหาครอบคลุมดังนี้

1. คุณภาพอากาศภายในอาคาร สารพิษที่พบบ่อยในอาคารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2. ความสัมพันธ์ระหว่างการเจ็บป่วยจากอาคาร (Sick building syndrome) กับคนในอาคารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
3. การจัดการคุณภาพอากาศภายในอาคารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
4. ต้นไม้กับการปรับปรุงคุณภาพอากาศในอาคารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

คุณภาพอากาศภายในอาคารและประเภทของสารพิษที่พบบ่อยในอาคารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ข้อมูลทั่วไปของงานธุรการโรงพยาบาล

งานธุรการในโรงพยาบาลนั้นเป็นการทำงานเกี่ยวกับ การถ่ายเอกสาร จัดพิมพ์ ตีพิมพ์ เรียบเรียงผลการตรวจทางห้องปฏิบัติการ การซ่อมบำรุงเครื่องพิมพ์ ตลอดจนการจัดเก็บและค้นหาเอกสารต่าง ๆ พนักงานธุรการอาจเป็นได้ทั้งฝ่ายการพยาบาล ผู้ช่วยพยาบาล และเจ้าหน้าที่ธุรการและเจ้าหน้าที่สาธารณสุข บรรยากาศการทำงานนั้น เป็นการทำงานในห้องปรับอากาศ เป็นมีระบบปรับอากาศแบบ Variable refrigerant flow system (VRF) ที่นิยมใช้ในอาคารสำนักงาน ไม่สามารถปรับอุณหภูมิแยกส่วนได้และมีเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนอีก 1 เครื่อง เพื่อปรับอากาศเฉพาะในส่วนของห้องธุรการ อากาศในห้องเป็นมีความเป็นเนื้อเดียวกัน (Homogenous air) ห้องทำงานในอาคารมีสถานที่ตั้ง เป็นทางการชัดเจนในโรงพยาบาล มีพนักงานมากกว่า 10 ถึง 15 คน ต่อ 1 ห้อง แต่ละคน ไม่มีโต๊ะเก้าอี้ทำงานประจำเป็นของตนเอง มีผนังแบ่งกันพื้นที่ทำงานตามแต่ละปัจเจกบุคคล โดยผนังนี้สามารถถอดออกและนำโต๊ะทำงานมาต่อชิดกันได้ หากมีเอกสารที่ต้องจัดเรียงเป็นปริมาณมากพนักงานอาจนำเอกสารทั้งหมดมาเรียงบนพื้นบริเวณหน้าห้องธุรการได้

4031899429 BUU iThesis 60920159 thesis / recv: 24062562 14:13:49 / seq: 35

คุณภาพอากาศภายในอาคาร

อากาศคือส่วนผสมของก๊าซต่าง ๆ และไอน้ำที่อยู่รอบ ๆ ตัวเราในชั้นบรรยากาศ อากาศไม่มีกลิ่น ไม่มีสี ไม่มีรสชาติ อัตราส่วนของอากาศประกอบด้วยก๊าซไนโตรเจน 78% ออกซิเจน 21% และก๊าซอื่น ๆ ในปริมาณน้อยมาก ๆ รวมไปถึงไอน้ำในอากาศรวม ๆ กัน มนุษย์ใช้อากาศในการหายใจ โดยก๊าซที่มีความสำคัญสำหรับมนุษย์คือก๊าซออกซิเจน มนุษย์ใช้ก๊าซออกซิเจนในการแลกเปลี่ยนก๊าซในร่างกายและเผาผลาญสารอาหารระดับเซลล์เพื่อใช้เป็นพลังงาน หากอัตราส่วนของก๊าซออกซิเจนในอากาศลดลง อาจทำให้ร่างกายของมนุษย์เกิดสภาวะขาดออกซิเจน ซึ่งเป็นสาเหตุของอาการและโรคต่าง ๆ (Namiesnik et al., 1992)

ในปัจจุบัน มนุษย์มีการทำงานในอาคารมากขึ้น เนื่องด้วยสภาพสังคมและเศรษฐกิจที่เปลี่ยนแปลงไป สังคมการทำงานยุคใหม่เปลี่ยนไปมีการใช้เครื่องจักรเข้ามาทุ่นแรงมากขึ้นมีการทำงานเก็บข้อมูลโดยระบบอิเล็คทรอนิค ในขณะที่มนุษย์ทำงานโดยการควบคุมเครื่องจักรผ่านระบบคอมพิวเตอร์ภายในอาคารอีกทีหนึ่ง ทำให้วิถีในชีวิตประจำวันของคนส่วนใหญ่นั้น ใช้ชีวิตภายอาคารหรืออาคารประมาณ 90% (Gunnarsen et al., 2006) และเป็นเช่นนี้ ซ้ำ ๆ 5-6 วันต่อสัปดาห์ ทั่วโลกจึงหันมาให้ความสนใจ กับคุณภาพของอากาศในอาคารมากขึ้น

มาตรฐานคุณภาพอากาศภายในอาคารที่เหมาะสมสำหรับประเทศไทย แม้ในปัจจุบันประเทศไทยยังไม่มีหน่วยงานได้กำหนดค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศภายในอาคาร แต่ก็ยังมีกฎหมายบางฉบับที่เกี่ยวข้องประกอบด้วย

1. พระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2535

- กฎกระทรวงฉบับที่ 33 พ.ศ. 2535 ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2535 เนื้อหาภายในกฎกระทรวง จะครอบคลุมอาคารสูงและอาคารขนาดใหญ่พิเศษ

- กฎกระทรวงฉบับที่ 39 พ.ศ. 2537 ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2535 เนื้อหาภายในกฎกระทรวงจะครอบคลุมตึกแถว ห้องแถวบ้านแถว บ้านแฝด และอาคารอยู่อาศัยรวม

2. พระราชบัญญัติการสาธารณสุข พ.ศ. 2535

- ข้อบัญญัติ ตามหมวด 4 สุขลักษณะของอาคาร แห่งพระราชบัญญัติสาธารณสุข พ.ศ. 2535

- ประกาศกระทรวงสาธารณสุขที่ 6/2538 เรื่อง กำหนดจำนวนคนต่อจำนวนพื้นที่ของอาคารที่พักอาศัย ที่ถือว่ามีคนอยู่มากเกินไป

3. พระราชบัญญัติความปลอดภัยและอาชีวอนามัยและสภาพแวดล้อมในการทำงาน พ.ศ. 2554

4031899429 BUU iThesis 60920159 thesis / recv: 24062562 14:13:49 / seq: 35

- กฎกระทรวงกำหนดมาตรฐานในการบริหารและจัดการด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงาน เกี่ยวกับความร้อน แสงสว่าง และเสียง พ. ศ. 2559

4. พระราชบัญญัติคุ้มครองสุขภาพของผู้ไม่สูบบุหรี่ พ.ศ. 2535 ซึ่งกำหนดสถานที่ หรือยานพาหนะใด ๆ ที่เป็นสถานที่สาธารณะ เป็นเขตปลอดบุหรี่ และได้กำหนดสภาพลักษณะและมาตรฐานของเขตปลอดบุหรี่ เกี่ยวกับการระบายควันหรืออากาศ

- ประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 10 พ.ศ. 2545 บังคับให้สถานที่สาธารณะ 19 ประเภท ซึ่งขณะทำการและ ให้บริการ เป็นเขตปลอดบุหรี่ 100% มีผลบังคับใช้ตั้งแต่วันที่ 8 พฤศจิกายน พ.ศ. 2545

กฎหมายแต่ละฉบับ มีวัตถุประสงค์ในการใช้งาน ที่แตกต่างกันออกไป จึงไม่สามารถนำกฎหมาย มาจำกัดลักษณะ หรือบังคับใช้ เป็นคุณภาพอากาศภายในอาคารได้ การจัดการคุณภาพอากาศภายในอาคาร สำนักอนามัยสิ่งแวดล้อมกรมอนามัย จึงได้กำหนดค่าคุณภาพภายในอาคาร ตาม (ร่าง) ประกาศกรมอนามัย เรื่อง เกณฑ์ค่าเฝ้าระวังคุณภาพอากาศภายในอาคาร (กรมอนามัย สำนักอนามัยและสิ่งแวดล้อม, 2555)

การวัดค่าคุณภาพอากาศภายในอาคาร ควรทำการ เก็บตัวอย่าง อย่างน้อยหนึ่งจุดสำหรับแต่ละพื้นที่ที่มีการแยกส่วนปรับอากาศ ตัวอย่าง ควรเก็บจากพื้นที่ที่มีความหนาแน่นของผู้ใช้ขั้นสูงสุด หรือจากพื้นที่ที่มีการร้องเรียนปัญหาด้านคุณภาพอากาศ หากเป็นอาคารที่มีจำนวนใช้งานน้อยกว่า 5 ชั้น ควรมีการสุ่มเก็บตัวอย่างประมาณ 80% ของพื้นที่โดยครอบคลุมพื้นที่ที่มีการใช้งานจริง หรือในบริเวณกึ่งกลางของห้องในส่วนที่มีผู้ใช้หนาแน่น

ตำแหน่งที่เก็บตัวอย่างควรมีความสูงจากพื้นอยู่ในระดับหายใจ (Breathing zone) และไม่ควรอยู่ในทิศทางที่มีการระบายอากาศ เช่น หน้าประตู หน้าเครื่องปรับอากาศ หรือพัดลมดูดอากาศ ควรมีระยะห่างจากแหล่งกำเนิดมลพิษ อย่างน้อย 1 เมตร การตรวจวัดคุณภาพอากาศควรตรวจวัดอย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 8 ชั่วโมง หากในกรณีไม่สามารถวัดต่อเนื่องได้ ให้ทำการวัดหาค่าเฉลี่ยตลอดระยะเวลา ที่มีผู้ใช้งานภายในอาคาร

วิธีการตรวจวัด ค่าสูงสุดที่ยอมรับได้ ของคุณภาพอากาศภายในอาคารตามสำนักอนามัย สิ่งแวดล้อมและกรมอนามัย พ.ศ. 2555 ได้กำหนดมาตามตารางที่ 1 ดังนี้

4031899429 BUU iThesis 60920159 thesis / recv: 24062562 14:13:49 / seq: 35

ตารางที่ 1 วิธีการตรวจวัด ค่าสูงสุดที่ยอมรับได้ ของคุณภาพอากาศภายในอาคารตามสำนักอนามัย สิ่งแวดล้อมและกรมอนามัย พ.ศ. 2555

Parameter	**ค่าสูงสุดที่ยอมรับได้ (8 ชั่วโมง)**	**หน่วย**	**วิธีการวัด/ วิธีการวิเคราะห์**
i. พารามิเตอร์ทางด้านสภาวะความสบายเชิงความร้อน (Thermal comfort parameters)			
อุณหภูมิทำงาน (Operative temperature)	24 ถึง 26	°C	อุณหภูมิอากาศวัดโดยใช้ Hot wire thermistor thermometer sling หรือวิธีการเทียบเท่า Globe temperature วัดโดย Globe thermometer
ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative humidity)	< 65 (สำหรับอาคารใหม่) < 70 (สำหรับอาคารเก่า) (Under peak and common part load conditions)	%	ตรวจวัดโดย Thin film hydrometer thermometer sling หรือวิธีเทียบเท่า
การเคลื่อนที่ของอากาศ (Air movement)	0.10-0.30	m/s	ตรวจวัดโดยวิธีการ Hot wire สำหรับการตรวจวัดความเร็วทิศทางเดียว หรือใช้ Kata thermometer สำหรับการวัดความเร็วจากรอบทิศทาง หรือวิธีเทียบเท่า
ii. พารามิเตอร์ทางด้านเคมี (Chemical parameters)			
คาร์บอนไดออกไซด์ (Carbon dioxide)	มากกว่าภายนอก 700	ppm	ตรวจวัดโดย Real-time non-dispersive infra-red sensor หรือวิธีเทียบเท่า

4031899429 BUU iThesis 60920159 thesis / recv: 24062562 14:13:49 / seq: 35

ตารางที่ 1 (ต่อ)

Parameter	**ค่าสูงสุดที่ยอมรับได้ (8 ชั่วโมง)**	**หน่วย**	**วิธีการวัด/ วิธีการวิเคราะห์**
คาร์บอนมอนอกไซด์ (Carbon monoxide)	9	ppm	ตรวจวัดโดย Real-time electrochemical sensor หรือวิธีเทียบเท่า (NIOSH Manual of Analytical Methods 6604)
ฟอร์มาลดีไฮด์ (Formaldehyde)	120 0.1	µg/m3 ppm	ตรวจวัดโดย Detection tubes หรือ Real-time electrochemical sensor หรือวิธีเทียบเท่าสำหรับการ Screening (ISO16000-2) เมื่อความเข้มข้น Formaldehyde มีค่าสูงกว่าค่าสูงสุดที่กำหนดให้ใช้ Dinitrophenylhydra-zone (DNPH) cartridges และวิเคราะห์โดย High Performance Liquid Chromatography (HPLC) สำหรับการเก็บตัวอย่างแบบต่อเนื่องแทนกำหนดให้ใช้ตาม NIOSH Manual of Analytical Methods 2016 หรือ EPA Method 0100: Sampling for Formaldehyde and other Carbonyl Compounds ISO 16000-3 หรือ NIOSH Manual of Analytical Methods 2016
สารระเหยอินทรีย์ทั้งหมด (Total volatile organic compounds, TVOC) photoionisable (10.6 eV) 2	3,000	ppb	ตรวจวัดโดย Real-time photoionisation detector หรือวิธีเทียบเท่า

4031899429 BUU iThesis 60920159 thesis / recv: 24062562 14:13:49 / seq: 35

ตารางที่ 1 (ต่อ)

Parameter	**ค่าสูงสุดที่ยอมรับได้ (8 ชั่วโมง)**	**หน่วย**	**วิธีการวัด/ วิธีการวิเคราะห์**
iii. ฝุ่นละอองที่ขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (Respirable suspended particles) (Aerodynamic diameter น้อยกว่า 10 μm โดยใช้อุปการณ์ที่มี cut point ขนาด 4 μm)	50	$\mu g/m^3$	ตรวจวัดโดย Real-time optical scattering หรือ Piezoelectric monitors หรือวิธีเทียบเท่า
iv. พารามิเตอร์ด้านจุลชีพ			
แบคทีเรียทั้งหมด (Total viable bacterial count)	500	cfu/m^3	ตรวจวัดโดยเครื่อง Andersen single-stage impactor (N6) หรือ อุปกรณ์ที่ถูกออกแบบมาเพื่อการเก็บตัวอย่างจุลชีพในอากาศ โดยการเก็บจะใช้อัตราไหลเท่ากับ 28.3 L/min (1 ft^3/min) โดยทำการเก็บ 4 นาที หรือที่ปริมาณอากาศเทียบเท่า แบคทีเรียถูกคัดสายพันธ์โดยใช้ Tryptone Soya Agar (TSA) media และเลี้ยงที่อุณหภูมิ 35°C เป็นเวลา 48 ชั่วโมง ตัวอย่างที่ถูกเลี้ยงบนจานเพาะเชื้อ (Culture plate) ควรมีค่าอยู่ในช่วง 30 ถึง 300 Colonies เพื่อให้ได้ผลดี

4031899429 BUU iThesis 60920159 thesis / recv: 24062562 14:13:49 / seq: 35

ตารางที่ 1 (ต่อ)

Parameter	ค่าสูงสุดที่ยอมรับได้ (8 ชั่วโมง)	หน่วย	วิธีการวัด/ วิธีการวิเคราะห์
ราทั้งหมด (Total viable mould count)	Up to 500 is acceptable, if the species present are primarily Cladosporium	cfu/m^3	ตรวจวัดโดย Andersen single-stage (N6) หรือ อุปกรณ์ที่ถูกออกแบบมาเพื่อการเก็บตัวอย่างจุลชีพในอากาศ โดยการเก็บจะใช้อัตราการไหลเท่ากับ 28.3 L/min (1 ft3/min) โดยทำการเก็บ 4 นาที หรือที่ปริมาณอากาศเทียบเท่า เลี้ยงโดยใช้ 2% Malt Extract Agar (MEA) ที่ 25°C เป็นเวลา 5 วัน หากพบว่า มีเชื้อราในอาคารที่มีสัดส่วนสูง แต่ไม่พบภายนอกอาคาร แสดงว่ามีแนวโน้มที่จะเกิดการเจริญเติบโตของเชื้อราในอาคาร การเก็บตัวอย่างเชื้อราในอากาศ เป็นการศึกษาว่ามีการเจริญเติบโตของราในอาคารหรือไม่ ส่วนการเก็บตัวอย่างอากาศที่พื้นผิว ควรเก็บที่จุดที่มีการเจริญเติบโตของรา โดยใช้อุปกรณ์เก็บที่เหมาะสม

หมายเหตุ: คู่มือการปฏิบัติงานเพื่อตรวจประเมินคุณภาพอากาศภายในอาคารสำหรับเจ้าหน้าที่ พ.ศ. 2555 สำนักอนามัยและสิ่งแวดล้อม กรมอนามัยกระทรวงสาธารณสุข

การเก็บตัวอย่างในงานวิจัยครั้งนี้ เป็นไปตามหลักวิชาการตามคู่มือการปฏิบัติงานเพื่อตรวจประเมินคุณภาพอากาศภายในอาคารสำหรับเจ้าหน้าที่ พ.ศ. 2555 สำนักอนามัยและสิ่งแวดล้อม กรมอนามัยกระทรวงสาธารณสุข

ผู้วิจัยได้ใช้วิธีการตรวจอนุภาคแขวนลอยในอากาศ โดยใช้การตรวจวัดการกระจายแสงผ่าน Photometer real-time optical scattering และตรวจวัดความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ โดยใช้แสงอินฟราเรด Real-time non-dispersive infra-red sensor (NDIR) ซึ่งมีความแม่นยำสูง

4031899429 BUU iThesis 60920159 thesis / recv: 24062562 14:13:49 / seq: 35

โครงสร้างที่ใช้ในการหายใจและแลกเปลี่ยนก๊าซของมนุษย์

มนุษย์เป็นสัตว์มีกระดูกสันหลัง อาศัยอยู่บนบก ใช้ปอด (Lung) ในการแลกเปลี่ยนก๊าซ ปอดเป็นอวัยวะที่อยู่ในช่องอก กั้นออกจากช่องท้องด้วยกระบังลม (Diaphragm) อยู่ 2 ข้างของหัวใจ ปอดซ้ายมี 2 พลู และปอดขวามี 3 พลู เมื่อเราหายใจเข้าอากาศจผ่านเข้าทางรูจมูกซึ่งมีขนจมูกคอยกรองฝุ่นละอองขนาดใหญ่ ถัดเข้าไปเป็นโพรงจมูก (Nasal cavity) ซึ่งจะเป็นชั้นที่มีเยื่อเมือกเป็นชั้นหนาบุอยู่ เพื่อปรับอุณหภูมิของอากาศ ที่หายใจเข้า ให้อุ่นขึ้น และชื้นขึ้น อากาศจะผ่านเข้าสู่หลอดลม (Trachea) ซึ่งมีวงกระดูกอ่อนรูปตัว C วางอยู่เป็นระยะ ๆ ปลายด้านหนึ่งของกระดูกอ่อนยึดติดกับหลอดอาหาร กระดูกอ่อนนี้จะอยู่ตลอดทางเดินลมหายใจ ตั้งแต่หลอดลมคอ (Bronchus) ถึงหลอดลมฝอย (Bonchiole) จากหลอดลมคอ มีแขนงของหลอดลม แยกออกไปสู่ปอดทั้งซ้ายและขวา หลอดลมแตกแขนงย่อยลงอีกเป็นหลอดลมฝอย แขนงของหลอดลงฝอยยิ่งมีจำนวนมากเท่าไหร่ ผนังก็จะบางลงมากเท่านั้น หลอดลงฝอยจะแตกย่อยลงอีกจนออกมาเป็นหลอดลมฝอยส่วนปลาย ซึ่งบริเวณนี้ จะเริ่มสามารถใช้แลกเปลี่ยนก๊าซได้ (Respiratory bronchiole) จนกระทั้งถึงส่วนปลายสุดเป็นถุงเล็ก ๆ เรียกว่าถุงลม (Aveolus) ที่บริเวณถุงลมนั้น จะมีหลอดเลือดฝอยห่อหุ้มอยู่ บริเวณนี้ จะเป็นการแลกเปลี่ยนก๊าซโดยการซึมผ่านหลอดเลือด ก๊าซออกซิเจนจะเข้าสู่ถุงลมปอดผ่านกระบวนการสูดลมหายใจเข้าและซึมผ่านสู่เส้นเลือดฝอยรอบถุงลม ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะซึมผ่านจากหลอดเลือดฝอยเข้าสู่ถุงลมปอดและออกนอกร่างกายผ่านกระบวนการปล่อยลมหายใจออก (ปรีชา สุวรรณพินิจ, 2537)

การแลกเปลี่ยนก๊าซในร่างกาย จะเกิดขึ้น 2 แห่ง คือ ที่เนื้อเยื่อระหว่างเซลล์กับเส้นเลือดฝอย และระหว่างเส้นเลือดฝอยกับถุงลมที่ปอด โดยการแลกเปลี่ยนก๊าซระหว่างเส้นเลือดฝอยและถุงลมนั้นอาศัยหลักการแพร่ (Diffusion) โดยที่ในถุงลมปอดจะมีความดันของออกซิเจนมากที่สุดและมีความดันของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์น้อยที่สุด ส่วนในเซลล์ต่าง ๆ จะมีความดันของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มากที่สุด และมีความดันของก๊าซออกซิเจนน้อยที่สุด กลไกในการแลกเปลี่ยนก๊าซโดยอาศัยหลักการแพร่นั้น ขึ้นอยู่กับความแตกต่างของความดันย่อย (Partial pressure) ที่ระดับน้ำทะเลความดันบรรยากาศจะมีค่าเท่ากัน 760 มิลลิเมตรปรอท (mmHg) และในบรรยากาศทั่วไปจะมีก๊าซออกซิเจนอยู่ประมาณ 21% เพราะฉะนั้นความดันย่อยของก๊าซออกซิเจนจะประมาณ 0.21x760 = 160 มิลลิเมตรปรอท (mmHg) ในทำนองเดียวกัน ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ จะมีความดันย่อยเพียง 0.23 มิลลิเมตรปรอทเท่านั้น (ปรีชา สุวรรณพินิจ, 2537)

เลือดที่ผ่านกระบวนการใช้งานของเซลล์ (เลือดดำ) จะมีความดันก๊าซออกซิเจนเหลือเพียง 40 มิลลิเมตรปรอท มีความดันก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มากถึง 45 มิลลิเมตรปรอท เมื่อเลือดดำไหลผ่านเส้นเลือดพัลโมนารี่อาร์เทอรี่ (Pulmonary artery) ไปยังเส้นเลือดฝอยที่สานตัวคลุมอยู่

4031899429 BUU iThesis 60920159 thesis / recv: 24062562 14:13:49 / seq: 35

รอบ ๆ บริเวณถุงลมของปอด จะเกิดการแพร่ของก๊าซออกซิเจนในถุงลมที่มีความดันมากกว่า 100 มิลลิเมตรปรอท เข้าสู่เส้นเลือดฝอย ขณะเดียวกันความดันของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในหลอดเลือดฝอยที่มีมากกว่าก็จะแพร่เข้าสู่ถุงลมปอดเช่นเดียวกัน

การลำเลียงก๊าซออกซิเจน (O_2)

เมื่อก๊าซออกซิเจน แพร่จากถุงลมเข้าสู่เส้นเลือดนั้น ก๊าซออกซิเจนละลายในน้ำเลือดได้ประมาณ 3% การขนส่งก๊าซออกซิเจนส่วนใหญ่ จึงถูกพาไปโดยที่ฮีโมโกลบิน (Hemoglobin; Hb) ในเม็ดเลือดแดง ถึง 97% เมื่อก๊าซออกซิเจนรวมตัวกับฮีโมโกลบิน โดยจะกับอะตอมของเหล็กที่อยู่ในฮีม (Heme) กลายเป็นออกซี่ฮีโมโกลบิน (Oxyhemoglobin; HbO_2) ฮีโมโกลบิน 1 กรัม สามารถจับกับ ก๊าซออกซิเจน ได้ 1.34 มิลลิลิตร โดยฮีโมโกลบิน 1 โมเลกุล ประกอบด้วย ฮีม 4 โมเลกุล แต่ละโมเลกุลของฮีมจะมีเหล็ก 1 อะตอม ซึ่งสามารถจับกับก๊าซออกซิเจน ได้ 1 โมเลกุล ดังนั้นฮีโมโกลบิน 1 โมเลกุล จึงจับกับก๊าซออกซิเจนได้ 4 โมเลกุล

เลือดที่มีออกซี่ฮีโมโกลบินคือเลือดดีหรือเลือดแดง (Oxygenated blood) จะไหลกลับสู่หัวใจและถูกสูบฉีดไปเลี้ยงร่างกาย เมื่อเลือดถูกส่งไปยังเนื้อเยื่อ ออกซี่ฮีโมโกลบิน จะคายก๊าซออกซิเจน แพร่ออกจากเส้นเลือดฝอย เข้าสู่เนื้อเยื่อ ที่มี ก๊าซออกซิเจนต่ำกว่า (Reece, Urry, Cain, Wasserman, Minorsky, & Jackson, 2017)

การลำเลียงก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เกิดขึ้นจากกิจกรรม การหายใจระดับเซลล์ของเนื้อเยื่อจะแพร่จากเนื้อเยื่อเข้าสู่เส้นเลือดฝอยได้ คือละลายในน้ำเลือดประมาณ 7%, จับกับหมู่อะมิโนของฮีโมโกลบิน 23% กลายเป็นคาร์บามิโนฮีโมโกลบิน (Carbaminohemoglobin) ส่วนที่เหลือ อีก 70% จะทำปฏิกิริยารวมตัวกับน้ำในเม็ดเลือดแดง ซึ่งเกิดขึ้นได้เร็วมาก เนื่องจากมีเอนไซม์ คาร์บอนิกแอนไฮเดรส (Carbonic anhydrase) เร่งปฏิกิริยากลายเป็นกรดคาร์บอนิค (Carbonic acid; H_2CO_3) ต่อมาจะแตกตัวไปเป็น ไฮโดรเจนไอออน (H^+) และไฮโดรเจนคาร์บอเนตไอออน (HCO^-_3) โดยไฮโดรเจนไอออน (H^+) ที่เกิดขึ้นจะทำปฏิกิริยากับโปรตีนของฮีโมโกลบิน ส่วนไฮโดรเจนคาร์บอนเนตไอออน (HCO^-_3) จะจับกับเม็ดเลือดแดงออกสู่พลาสมา

เมื่อเลือดที่มีไฮโดรเจนไอออนและไฮโดรเจนคาร์บอเนตไอออนไหลเวียนไปยังเส้นเลือดฝอยที่หุ้มถุงลมปอด จะเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับ โดยเปลี่ยนไฮโดรเจนคาร์บอเนตไอออนและไฮโดรเจนไอออน กลับมาเป็นกรดคาร์บอนิก และสลายต่อไปเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) กับน้ำ (H_2O) ความดันของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์บริเวณเส้นเลือดฝอยสูงกว่าความดันในถุงลมปอดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จึงแพร่เข้าสู่ถุงลมปอดและขับออกจากร่างกายทางลมหายใจออก

4031899429 BUU iThesis 60920159 thesis / recv: 24062562 14:13:49 / seq: 35

สำหรับฮีโมโกลบินนั้น สามารถรวมตัวกับก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ได้ดีกว่าก๊าซออกซิเจน (O_2) ถึง 200 เท่า ทำให้เม็ดเลือดแดงซึ่งรวมกับคาร์บอนมอนอกไซด์กลายเป็นคาร์บอกซีฮีโมโกลบิน (Carboxy hemoglobin) โดยฮีโมโกลบินที่จับกับก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์จะไม่สามารถ กลับมาจับกับก๊าซออกซิเจนได้อีกเลย ทำให้การรับก๊าซออกซิเจนของเม็ดเลือดแดงเพื่อขนส่งไปยังเนื้อเยื่อลดลงและอาจเป็นอันตรายถึงชีวิตได้ แหล่งของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ที่พบบ่อย ได้แก่ ควันบุหรี่หรือท่อไอเสียรถยนต์ หากร่างกายขับคาร์บอนไดออกไซด์ได้น้อยลงจะทำให้เลือดเป็นกรดมากขึ้นและทำให้การทำงานของเอนไซม์ในร่างกายผิดปกติได้ (Reece et al., 2017)

ประเภทของสารพิษที่พบบ่อยในอาคาร

คุณภาพอากาศภายในอาคาร ตามมาตรฐานหน่วยงานสิ่งแวดล้อมของสหรัฐอเมริกาได้ทำการศึกษาและสรุปไว้ว่า สิ่งปนเปื้อนในอาคารมีหลากหลายชนิด และมีปริมาณสูงกว่าที่พบภายนอกอาคารถึง 2-5 เท่า (U.S. Environmental Protection Agency, 1987) จากกิจกรรมต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นภายในอาคารพบว่า มีระดับของมลพิษอากาศในอาคารมากกว่าภายนอกอาคารถึง 1,000 เท่า สิ่งปนเปื้อนที่พบบ่อยในอาคาร (สร้อยสุดา เกสรทอง, 2549) ได้แก่

ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) เป็นก๊าซที่พบได้ทั้งในและนอกอาคาร เกิดจากการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ขององค์ประกอบคาร์บอน เช่น ควันจากท่อไอเสีย ควันจากการสูบบุหรี่ การหุงต้ม หรือการปรุงอาหาร เครื่องทำความร้อน เตาถ่าน เครื่องถ่ายเอกสาร

ปริมาณของคาร์บอนมอนอกไซด์อาจแตกต่างกันไปในแต่ละพื้นที่ เช่น หน้าต่างของอาคารที่มีความสูงต่ำกว่าชั้น 3 จะมีโอกาสที่ไอควันจากท่อไอเสียปนเปื้อนเข้ามาในอาคาร ส่งผลให้ปริมาณคาร์บอนมอนอกไซด์ในชั้นนั้นมีค่าสูงกว่าในพื้นที่อื่น ๆ

ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) เป็นก๊าซที่เกิดจากกระบวนการหายใจของมนุษย์ที่ถูกขับออกมา ในแต่ละคนมีปริมาณ 200 มิลลิลิตรต่อนาที (สร้อยสุดา เกสรทอง, 2549) เพราะฉะนั้นหากมีคนในห้องเป็นจำนวนมากร่วมกับการระบายอากาศไม่เพียงพอจะทำให้ปริมาณความเข้มข้นของก๊าซชนิดนี้สูงขึ้น โดยปริมาณที่ยอมรับได้คือไม่เกิน 700 ppm (เชิดศิริ นิลผาย, 2558) หากมีระดับมากกว่า 1,000 ppm จะทำให้มีปัญหาทางระบบทางเดินหายใจส่วนบน (สร้อยสุดา เกสรทอง, 2549)

ฟอร์มาลดีไฮด์ เป็นก๊าซไม่มีสีแต่มีกลิ่นฉุน เกิดจากกาว เครื่องใช้ในอาคาร พาร์ติเคิลบอร์ด สารเคลือบพรม ผ้าม่าน ทำให้เกิดอาการระคายเคืองจมูก หลอดลม ระคายคอ อ่อนเพลีย ปวดศีรษะ และก่อให้เกิดมะเร็งในคนได้ ค่ามาตรฐานจากหน่วยงาน American conference of governmental industrial hygienists (ACGIH) ความเข้มข้นสูงสุดที่คนงานไม่ควรรับสัมผัส แม้ในช่วงระยะเวลาสั้น ๆ หรือ Ceiling threshold limit value (TLV-C) คือ ความเข้มข้น

4031899429 BUU iThesis 60920159 thesis / recv: 24062562 14:13:49 / seq: 35

0.3 ppm (สร้อยสุดา เกสรทอง, 2549)

ไนตรัสออกไซด์ เกิดจากควันบุหรี่ เครื่องกำเนิดความร้อน ยานพาหนะ การเผาไหม้ของก๊าซไนตรัสออกไซด์ ทำให้เกิดการระคายเคืองต่อระบบทางเดินหายใจส่วนบน หากสัมผัสในระยะเวลายาวนาน อาจทำให้สมรรถภาพของปอดลดลงได้ (Jansz, 2011)

สารระเหยอินทรีย์ (Volatile organic compounds: VOCs) เป็นสารระเหยที่มีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบอย่างน้อยหนึ่งอะตอมในโมเลกุล เกิดจากการสูบบุหรี่ เครื่องใช้ไฟฟ้าในอาคาร ปริ้นเตอร์ พรม ปากกาเคมี เป็นต้น (Jansz, 2011) สารบางชนิดก่อให้เกิดมะเร็งในคนได้ หากพบระดับสารระเหยอินทรีย์ทั้งหมดในห้องใดห้องหนึ่งเกินกว่า 1-2 ppm แสดงว่าห้องนั้นอาจมีปัญหาคุณภาพอากาศ (สร้อยสุดา เกสรทอง, 2549) ตัวอย่างสารประกอบอินทรีย์ระเหยที่พบบ่อย ได้แก่ อะซิโตน (Acetone) โทลูอีน (Toluene) ไซลีน (Xylene) เบนซีน (Benzene) เมธิลีนคลอไรด์ (Methylene chloride) ไดคลอโรเบนซีน (Dichlorobenzene)

ก๊าซโอโซน (Ozone) เกิดจากเครื่องใช้ไฟฟ้า เช่น เครื่องถ่ายเอกสาร เลเซอร์ปริ้นเตอร์ เครื่องกรองอากาศ อุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีมอเตอร์ (เชิดศิริ นิลผาย, 2558) มีผลทำให้องค์ประกอบทางเคมีของสารต่าง ๆ เปลี่ยนแปลงไป มีความสามารถในการทำลายเนื้อเยื่อปอดได้ ค่ามาตรฐานการสัมผัสโอโซนสำหรับ 8 ชั่วโมงทำงาน (TWA) ในประเทศญี่ปุ่นและออสเตเรีย คือ 0.1 ppm ค่าความเข้มข้นสูงสุดที่เป็นอันตรายต่อชีวิตคือ 10 ppm

เรดอน (Radon) เป็นก๊าซที่เกิดจากการสลายตัวของเรเดียม-226 ที่สลายจากยูเรเนียมตามธรรมชาติ ไม่มีสีไม่มีกลิ่น มักผ่านเข้าอาคารตามรอยร้าวหรือช่องเปิดต่าง ๆ เช่น รอยแตกร้าวของผนังคอนกรีต รอยต่อพื้นกับผนัง รอยต่อที่มีส่วนสัมผัสกับดิน การศึกษาเรื่องเรดอนมีค่อนข้างน้อยเมื่อเทียบกับสารปนเปื้อนชนิดอื่น (สร้อยสุดา เกสรทอง, 2549)

อนุภาคแขวนลอยในอากาศ (Particle matter: PM) เป็นอนุภาคขนาดเล็กที่อยู่ในอากาศ แหล่งกำเนิดฝุ่นและอนุภาคแขวนลอยนั้น ส่วนใหญ่เกิดจากการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ ประกอบด้วยสารอินทรีและสารอนินทรีย์ (Kurniawan & Schmidt-Ott, 2006) มีขนาดแตกต่างกันออกไป โดยขนาดของอนุภาคแขวนลอยที่มีผลกระทบต่อสุขภาพคือ อนุภาคที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางขนาดน้อยกว่า 10 ไมครอน เนื่องจากสามารถผ่านเข้าสู่ทางเดินหายใจได้ และอนุภาคแขวนลอยที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน เนื่องจากสามารถผ่านลงสู่ทางเดินหายใจส่วนล่างสู่ถุงลมปอดและทำให้เกิดการอักเสบของเนื้อเยื่อปอดได้ (NSW Government, 2013; WHO, 2013)

4031899429 BUU iThesis 60920159 thesis / recv: 24062562 14:13:49 / seq: 35

ตารางที่ 2 อันตรายของอนุภาคแขวนลอยในอากาศต่อร่างกายมนุษย์ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ (WHO, 2005)

PM_{10} ($\mu g/m^3$)	$PM_{2.5}$ ($\mu g/m^3$)	ผลกระทบต่อร่างกายมนุษย์
150	75	เพิ่มการเสียชีวิตระยะสั้น 5%
100	50	เพิ่มการเสียชีวิตระยะสั้น 2.5%
75	37.5	เพิ่มการเสียชีวิตระยะสั้น 1.2%
50	25	ระดับที่กำหนดไว้ใน Air quality guideline

ที่มา: คู่มือการปฏิบัติงานเพื่อตรวจประเมินคุณภาพอากาศภายในอาคารสำหรับเจ้าหน้าที่ พ.ศ. 2555 สำนักอนามัยและสิ่งแวดล้อม กรมอนามัยกระทรวงสาธารณสุข

จุลชีพ (Microorganism) ได้แก่ เชื้อแบคทีเรียและเชื้อราในอากาศ อาจรวมไปถึงเกสรของต้นไม้ต่าง ๆ และไวรัสอีกด้วย จุลชีพเหล่านี้ มีแหล่งกำเนิดมาจากหลายแหล่ง อาจเป็นความชื้นภายในอาคาร ท่อระบายอากาศ อุปกรณ์เครื่องใช้อาคาร วัสดุภายในอาคาร เช่น พรม ฝ้าเพดานหรือมาจากบุคคลที่เข้ามาทำงานในอาคาร สิ่งต่าง ๆ เหล่านี้เป็นสาเหตุหลักของโรคภูมิแพ้ และอาการทางจมูกและลำคอ ทำให้เกิดอาการไม่สบายตัว หรืออาจเกิดการเจ็บป่วยจากอาคารได้ (เชิดศิริ นิลผาย และคณะ, 2560)

ความสัมพันธ์ระหว่างการเจ็บป่วยจากอาคาร (Sick building syndrome) กับคนในอาคารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

อาการเจ็บป่วยจากอาคารของคนทำงานมีความสัมพันธ์กับคุณภาพอากาศภายในอาคารอย่างมีนัยสำคัญ (Namiesnik et al., 1992) ซึ่งถือว่าเป็นภัยเงียบทางสุขภาพที่เกิดขึ้น อันตรายที่เกิดขึ้นอันเนื่องจากความเคยชินต่องานที่ทำ มีผลต่อสุขภาพของผู้ปฏิบัติงาน งานส่วนใหญ่ได้แก่ การพิมพ์ การจัดเตรียมเอกสาร (เชิดศิริ นิลผาย, กานต์พิชชา เกียรติกิจโรจน์ และสุวรรณี จามจุรี, 2560) การเจ็บป่วยจากคุณภาพสิ่งแวดล้อมภายในอาคารนั้นเรียกว่า โรคเหตุป่วยจากอาคาร โรคตึกเป็นพิษ (Sick building syndrome) หรือกลุ่มอาคารป่วยจากอาคาร

การศึกษาของ เชิดศิริ นิลผาย และคณะ (2560) เรื่อง การเจ็บป่วยจากอาคารกับคนในอาคาร เป็นการศึกษาการเจ็บป่วยจากอาคารของผู้ปฏิบัติงานในอาคารอาคารจังหวัดชลบุรี ที่อาจมี

4031899429 BUU iThesis 60920159 thesis / recv: 24062562 14:13:49 / seq: 35

การสัมผัสกับมลพิษ และสิ่งปนเปื้อนในอากาศ ที่เกิดจากเครื่องใช้อาคารและสภาพแวดล้อมในการทำงาน พบว่า กิจกรรมที่มีความเสี่ยงได้แก่ งานถ่ายเอกสาร พิมพ์เอกสารจากเครื่องพิมพ์ รวมไปถึงการซ่อมบำรุง โดยเครื่องถ่ายเอกสารในปัจจุบัน มี 2 ระบบ คือ ระบบแห้งและระบบเปียก ระบบแห้ง เช่น เลเซอร์ปริ้นเตอร์ที่นิยมใช้ จะมีการปล่อยมลพิษมากกว่าระบบเปียก คือมีการปล่อยสารจำพวกไฮโดรคาร์บอน ฝุ่นผงหมึก (Carbon black) ก๊าซโอโซน โลหะหนักที่ใช้เคลือบลูกกลิ้ง ไอระเหยสารเคมี ส่วนเครื่องถ่ายเอกสารระบบเปียก จะมีการนำผงหมึกที่ติดอยู่บนลูกกลิ้งกลับมาใช้ใหม่ ซึ่งทำให้เกิดการฟุ้งกระจายของผงหมึกออกไปในอากาศได้ โดยฝุ่นละอองที่กระจายตัวอยู่ในห้องจะมีค่าเฉลี่ยโดยประมาณ 0.001 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

การเจ็บป่วยจากอาคาร สาเหตุสำคัญ อาการ การวินิจฉัย และการวินิจฉัยแยกโรค

กลุ่มอาการป่วยจากอาคารหรือ Sick Building Syndrome (SBS) คือ ภาวะผิดปกติทางสุขภาพ ทางตา จมูก ลำคอ การหายใจ ผิวหนัง สัมพันธ์กับช่วงเวลาที่อยู่ในอาคาร ปัญหาอาจเกิดขึ้นเฉพาะส่วนใดส่วนหนึ่งของอาคาร หรือทุกส่วนของอาคารก็ได้ โดยอาการป่วยดังกล่าว เป็นอาการที่ไม่มีลักษณะเฉพาะของโรค มักดีขึ้นหรือหายไปเมื่อออกนอกอาคาร (Short-latency illnesses) (LaDou & Harrison, 2007)

การระบาดของโรคนี้โดยองค์การอนามัยโลกประมาณการว่า อาคารใหม่ หรืออาคารที่มีการปรับปรุง จะพบกลุ่มอาการเจ็บป่วยจากอาคารร้อยละ 30 ขณะเดียวกันอาคารที่ไม่มีปัญหาเรื่องคุณภาพอากาศ ก็สามารถพบกลุ่มอาการเจ็บป่วยจากอาคารได้ร้อยละ 20-35 เช่นกัน จากการสำรวจในกรุงเทพมหานคร พบว่า ผู้ทำงานในอาคารอาคารที่มีระบบปรับอากาศปิดทึบจะพบกลุ่มอาการเจ็บป่วยจากอาคารประมาณร้อยละ 20 (ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล, 2548)

ปัจจัยเสี่ยงต่อกลุ่มอาการเจ็บป่วยจากอาคาร

1. ปัจจัยส่วนบุคคล เพศหญิง อายุน้อยกว่า 40 ปี ประวัติโรคภูมิแพ้ สูบบุหรี่ ปัญหาทางจิตสังคมในงาน เช่น ความเครียด ไม่พึงพอใจในงาน ทำให้มีความไวต่อการเกิดโรคมากขึ้น

2. สภาพแวดล้อมในที่ทำงาน เช่น มีจำนวนคนในห้องแออัด พื้นที่ปูพรม น้ำรั่วซึม ปัญหาด้านการทำความสะอาด ปัญหาด้ายการยศาสตร์ การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ หรือมลภาวะอากาศภายนอก รวมทั้งกิจกรรมของผู้อยู่ภายในอาคารต่างมีผลต่อสภาพแวดล้อมภายในอาคารด้วยกันทั้งสิ้น

3. ลักษณะงาน โดยลักษณะงานที่เสี่ยง คือ งานสารบรรณ เลขานุการ การใช้เครื่องคอมพิวเตอร์เป็นเวลานาน การใช้งานหรือนั่งใกล้เครื่องใช้อาคาร เช่น เครื่องถ่ายเอกสาร ปริ้นเตอร์ มีชั่วโมงการทำงานที่นาน

4031899429 BUU iThesis 60920159 thesis / recv: 24062562 14:13:49 / seq: 35

4. ลักษณะอาคาร อาคารเก่า เครื่องปรับอากาศ ความชื้นในอาคาร การระบายอากาศน้อยกว่า 10 ลิตรต่อวินาทีต่อคน เป็นปัจจัยที่ทำให้เกิดความเสี่ยงมากขึ้น

อย่างไรก็ดีการสัมผัสมลพิษในอาคารขึ้นอยู่กับลักษณะงานของแต่ละบุคคลไม่พบปัจจัยใดปัจจัยหนึ่งเป็นผลที่ทำให้มีอาการชัดเจน แม้จะได้รับมลพิษชนิดเดียวกัน โดยแต่ละคนอาจมีระดับการตอบสนอง และอาการแสดงที่แตกต่างกัน

อาการของกลุ่มอาการเจ็บป่วยจากอาคาร

มีการแบ่งอาการของโรคนี้เป็น 5 กลุ่มอาการ คือ กลุ่มอาการคัดจมูก ได้แก่ อาการจามคันจมูก คัดจมูก น้ำมูกไหล กลุ่มอาการทางลำคอและทางเดินหายใจ ได้แก่ ไอแห้ง คอแห้ง ระคายเคืองคอ เจ็บคอ หายใจหอบ ติดขัด กลุ่มอาการระคายเคืองตา ได้แก่ แสบตา ตาแห้ง ตาไวต่อแสง ปวดตา คันตา ตาแดง กลุ่มอาการทางผิวหนัง ได้แก่ ผิวแห้ง เป็นผื่นที่มือ เป็นผื่นที่หน้า คันที่ผิวหนัง กลุ่มอาการปวดศีรษะ มึนงงและเมื่อยล้า ได้แก่ ปวดหัว เวียนศีรษะ คลื่นไส้ เหนื่อยล้า เซื่องซึม ขาดสมาธิในการทำงาน

หลักเกณฑ์การวินิจัย คือ มีอาการตั้งแต่ 2 อาการขึ้นไปในกลุ่ม 1 อาการ โดยต้องมีอาการทุกวันหรือ 1-3 ครั้งต่อสัปดาห์ หรือมีอาการใน 1 กลุ่มอาการขึ้นไป และอาการเหล่านั้นต้องเกิดในช่วง 1 เดือนที่ผ่านมา เป็นอาการที่เกิดขึ้นในขณะปฏิบัติงานในอาคารและหายไปเมื่ออยู่นอกอาคาร ไม่มีโรคประจำตัว เช่น โรคที่เกิดจากระบบทางเดินหายใจ โรคทางผิวหนัง โรคทางตา โรคไมเกรน และอาการแพ้ต่อสารเคมี เป็นต้น

1. การวินิจัยแยกโรค (Differential diagnosis) สำหรับการเจ็บป่วยซึ่งเกิดจาก ผู้ทำงานในสถานที่ทำงาน นอกจากกลุ่มอาการเจ็บป่วยจากอาคารแล้ว ยังมีโรคอื่น ๆ ที่มีอาคารคล้ายเคียงกันอาจทำให้เกิดการวินิจัยคลาดเคลื่อนได้ ซึ่งทำให้การแก้ไขปัญหาไม่ตรงกับสาเหตุ โรคที่ควรวินิจัยแยกออก ได้แก่

1.1 Specific building-related illness รูปแบบอาการมีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มอาการเจ็บป่วยจากอาคาร แต่ระยะเวลาในการเกิดอาการจะเป็นทั้งแบบเฉียบพลันและเรื้อรัง การตรวจร่างกายจะพบลักษณะต่างอาการของโรคที่เกิดขึ้น ไม่มีความสัมพันธ์กับการออกนอกอาคาร ใช้เวลานานอาการดังกล่าวจึงหายไป ซึ่งในกลุ่มอาการเจ็บป่วยจากอาคารนั้น มักเป็นแบบเฉียบพลันและอาการจะหายไปเร็วกว่า (Short-latency illnesses) (LaDou, & Harrison, 2007)

1.2 Mass psychogenic illness เป็นโรคที่มีอาการได้หลากหลาย แต่มักเด่นชัดด้านอาการทางระบบประสาท โดยมักมีพฤติกรรมเข้ามาเกี่ยวข้องด้วย (LaDou, & Harrison, 2007) อาการที่พบ เช่น แน่นหน้าอก หายใจขัด วิงเวียน การระบาดของโรค มักเกิดจากการได้ยินหรือเห็นอาการของผู้อื่นหลังเกิดผู้ป่วยรายแรก ปัจจัยกระตุ้นคือ การที่ร่างกายหรือจิตใจอยู่ในภาวะเครียด

4031899429 BUU iThesis 60920159 thesis / recv: 24062562 14:13:49 / seq: 35

มักเกิดในผู้ที่มีปัญหาทางอารมณ์บ่อย ๆ แตกต่างจากกลุ่มอาการเจ็บป่วยจากอาคารคือ อาการเหล่านี้ไม่หายไปหลังออกนอกอาคาร ลักษณะการเกิดกระจายเป็นแบบเครือข่าย

1.3 Multiple chemical sensitivity เป็นอาการที่เกิดขึ้นหลังได้รับสารเคมีชนิดในชนิดหนึ่ง เพียงครั้งเดียว โดยอาการเป็นแบบเฉียบพลัน หรือ เรื้อรังได้ สิ่งที่แตกต่างกับกลุ่มอาการเจ็บป่วยจากอาคาร คือจะมีลักษณะการเกิดแบบเดี่ยว เช่น พบพนักงานมีปัญหาเพียงคนเดียว อาการไม่จำเพาะต่อสถานที่ทำงานและไม่หายไปหลังได้รับการรักษา ในขณะที่กลุ่มอาการเจ็บป่วยจากอาคารมักเกิดกับพนักงานเป็นกลุ่ม และอาการดีขึ้นหลังมีการปรับปรุงสถานที่ทำงาน และจากการค้นคว้าพบว่า จิตรพรรณ ภูษาภักดี (1999) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพอากาศภายในอาคารและกลุ่มอาการเจ็บป่วยของพนักงานที่ทำงานในอาคารของโรงพยาบาลในจังหวัดชลบุรีโดยศึกษาในพนักงานจำนวน 143 คน ของโรงพยาบาล 11 แห่ง ตรวจวัดคุณภาพอากาศภายในอาคาร ซึ่งประกอบด้วย เชื้อแบคทีเรีย เชื้อรา ฝุ่น ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ ก๊าซโอโซน ก๊าซแอมโมเนีย ไอระเหยของสารประกอบอินทรีย์ ฟอร์มาลดีไฮด์ เบนซิน โทลูอีน และไซลีน และสัมภาษณ์กลุ่มอาการเจ็บป่วยของพนักงาน โดยใช้แบบสัมภาษณ์ซึ่งประยุกต์มาจากการวิจัยของสถาบันความปลอดภัยและอาชีวอนามัยของประเทศสหรัฐอเมริกา ผลการวิจัยพบว่า การตรวจวัดคุณภาพอากาศในอาคาร ส่วนใหญ่ดัชนีความเข้มข้นของสารพิษ อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มอาการเจ็บป่วยกับปัจจัยต่าง ๆ พบว่า

1. กลุ่มอาการทางตา มีความสัมพันธ์กับสิ่งปนเปื้อนในอาคาร ได้แก่ ฝุ่น หยากไย่ น้ำยาลบคำผิด น้ำหอม สเปรย์ วัสดุอุปกรณ์อาคาร ได้แก่ เครื่องถ่ายเอกสาร เครื่องคอมพิวเตอร์ และปริ้นเตอร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\text{-value} < 0.05$)

2. กลุ่มพนักงานที่ทำงานในอาคารที่มีสารระเหยอินทรีย์ที่มีความเข้มข้น 0.07-0.08 ppm มีโอกาสที่จะเกิดกลุ่มอาการทางตาเป็น 1.99 เท่า ของกลุ่มพนักงานในอาคารที่มีสารระเหยอินทรีย์เข้มข้นน้อยกว่า 0.07 ppm

3. กลุ่มพนักงานที่ทำงานในอาคารที่มีฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ที่มีปริมาณเข้มข้นมากกว่า 0.018 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร จะมีโอกาสเกิดกลุ่มอาการทางตา เป็น 1.52 เท่า ของกลุ่มพนักงานในอาคารที่มีฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ปริมาณความเข้มข้น 0.014-0.0149 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

4. กลุ่มอาการทางเดินหายใจส่วนต้น มีความสัมพันธ์กับ ฝุ่น หยากไย่ เครื่องถ่ายเอกสาร เครื่องคอมพิวเตอร์ ปริ้นเตอร์ และเครื่องโรเนียว อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\text{-value} < 0.05$)

5. กลุ่มพนักงานที่ทำงานในอาคารที่มีก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์เข้มข้นมากกว่า 3.00 ppm มีโอกาสเกิดกลุ่มอาการทางเดินหายใจส่วนต้นเป็น 3.27 เท่า ของกลุ่มพนักงานที่อาคารมี

4031899429 BUU iThesis 60920159 thesis / recv: 24062562 14:13:49 / seq: 35

ปริมาณคาร์บอนมอนอกไซด์เข้มข้นน้อยกว่า 1.00 ppm

6. กลุ่มพนักงานที่ทำงานในอาคารที่มีฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ที่มีปริมาณเข้มข้นมากกว่า 0.018 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร มีโอกาสจะเกิดกลุ่มอาการทางเดินหายใจส่วนต้น เป็น 1.72 เท่า ของกลุ่มพนักงานในอาคารที่มีฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนที่มีปริมาณความเข้มข้น 0.014-0.0149 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

7. กลุ่มอาการทางปอด มีความสัมพันธ์กับ ฝุ่น หยากไย่ เครื่องถ่ายเอกสาร เครื่องคอมพิวเตอร์ และปริ้นเตอร์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p-value < 0.05)

8. กลุ่มพนักงานที่ทำงานในอาคารที่มีสารระเหยอินทรีย์ที่มีความเข้มข้นมากกว่า 0.08 ppm จะมีโอกาสที่จะเกิดกลุ่มอาการทางปอดเป็น 1.8 เท่า ของกลุ่มพนักงานที่อาคารมีสารระเหยอินทรีย์เข้มข้นน้อยกว่า 0.07 ppm

9. กลุ่มพนักงานที่ทำงานในอาคารที่มีฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ที่มีปริมาณเข้มข้น 0.017-0.0179 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร จะมีโอกาสเกิดกลุ่มอาการทางปอด เป็น 1.39 เท่าของกลุ่มพนักงานในอาคารที่มีฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ที่มีปริมาณความเข้มข้น 0.014-0.0149 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

10. กลุ่มอาการทางผิวหนัง มีความสัมพันธ์กับ ฝุ่น หยากไย่ ฉนวนกันความร้อน ฝ้าเพดาน ม่าน เครื่องถ่ายเอกสาร เครื่องโทรสาร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p-value < 0.05)

11. กลุ่มพนักงานที่ทำงานในอาคารที่ตรวจพบเชื้อแบคทีเรียทั้งหมดที่มีจำนวนมากกว่า 2,000 CFU ต่อลูกบาศก์เมตร จะมีโอกาสเกิดกลุ่มอาการทางผิวหนังเป็น 3.21 เท่า ของกลุ่มพนักงานที่ทำงานในอาคารที่ตรวจพบเชื้อเบคทีเรียทั้งหมดที่มีจำนวน 500-1,000 CFU ต่อลูกบาศก์เมตร

12. กลุ่มพนักงานที่ทำงานในอาคารที่มีไซลีน ที่มีความเข้มข้นมากกว่า 2.00 ppm จะมีโอกาสที่จะเกิดกลุ่มอาการทางผิวหนังเป็น 1.41 เท่า ของกลุ่มพนักงานที่อาคารมีไซลีน เข้มข้นน้อยกว่า 1.00 ppm

ผลการศึกษาวิจัยฉบับนี้อาจสรุปได้ว่า มีการปนเปื้อนของสารพิษและเชื้อโรคในระดับปานกลาง และพบว่า กลุ่มอาการเจ็บป่วยจากอาคารมีความสัมพันธ์กับคุณลักษณะอาคารประเภทวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในอาคาร และคุณภาพอากาศภายในอาคาร (จิตรพรรณ ภูษาภักดีภพ และชมภูศักดิ์ พูลเกษ, 2542) นอกจากนี้ยังพบอีกว่า ชิดศิริ นิลผาย (2554) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ของปัญหาคุณภาพอากาศภายในอาคารที่มีผลต่อกลุ่มอาการเจ็บป่วยจากอาคารของผู้ปฏิบัติงานถ่ายเอกสาร ประเภทของสารพิษที่พบบ่อยสำหรับพนักงานถ่ายเอกสารและโรคจากการทำงานกับเครื่องถ่ายเอกสาร โดยศึกษากับพนักงานที่ทำงานถ่ายเอกสารในมหาวิทยาลัย โดยศึกษาปัญหาคุณภาพอากาศภายในอาคารที่มีผลต่อการเจ็บป่วยจากอาคารในผู้ป่วยที่ปฏิบัติงานถ่ายเอกสารที่มีสภาวะแวดล้อม

4031899429 BUU iThesis 60920159 thesis / recv: 24062562 14:13:49 / seq: 35

แตกต่างกันระหว่างการปฏิบัติงานในห้องที่มีเครื่องปรับอากาศและไม่มีเครื่องปรับอากาศ พบว่า ผู้ที่ปฏิบัติงานในสภาวะแวดล้อมที่มีเครื่องปรับอากาศนั้น มีความเสี่ยงที่จะทำให้เกิดกลุ่มอาการเจ็บป่วยจากอาคารมากกว่ากลุ่มผู้ที่ปฏิบัติงานโดยไม่มีเครื่องปรับอากาศ 12.10 เท่า โดยพบว่า ปัจจัยหลักที่ทำให้กลุ่มศึกษามีความเสี่ยงของกลุ่มอาการเจ็บป่วยจากอาคาร คือ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ก๊าซโอโซน อัตราการแลกเปลี่ยนอากาศจากภายในอาคารสู่ภายนอกอาคาร และประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศ

ส่วนปัจจัยหลักที่ทำให้เป็นกลุ่มอาการเจ็บป่วยจากอาคารทั้งกลุ่มศึกษาและกลุ่มเปรียบเทียบ คือ ปริมาณก๊าซโอโซน ฝุ่นที่มีขนาด 2.5 และ 10 ไมครอน เนื่องจากมีค่าความเข้มข้นสูงกว่าค่ามาตรฐาน เพราะฉะนั้นปัจจัยที่อาจทำให้เกิดความเสี่ยงกลุ่มอาการเจ็บป่วยจากอาคารในพนักงานที่หน้าที่เกี่ยวกับการถ่ายเอกสารและการจัดพิมพ์ อาจสรุปได้ดังนี้

- ก๊าซโอโซน มักเป็นก๊าซที่เกิดขึ้นจากการถ่ายเอกสาร จากการแตกตัวของก๊าซออกซิเจน มีค่าครึ่งชีวิตประมาณ 20 นาที มีกลิ่นหอม ค่าความเข้มข้นที่ยอมรับได้ในบรรยากาศ TWA = 0.1 ppm เราสามารถตรวจวัดก๊าซโอโซนได้ แม้มีความเข้มข้นเพียง 0.01-0.02 ppm (ในล้านส่วน) หากค่าความเข้มข้นของก๊าซโอโซน มีมากกว่า 0.25 ppm จะทำให้เกิดอาการระคายเคืองตา ปวดศีรษะ หอบเหนื่อยได้ โดยปกติแล้วค่าความเข้มข้นของก๊าซโอโซนรอบ ๆ เครื่องถ่ายเอกสารมักมีไม่มากพอที่จะทำให้เกิดอันตรายหรือผลกระทบต่อสุขภาพ

- ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ไม่ได้เกิดจากเครื่องถ่ายเอกสารหรือปริ้นเตอร์โดยตรง แต่เกิดจากจำนวนผู้ที่ปฏิบัติงานและความหนาแน่นของผู้ใช้บริการ ทั้งนี้ไม่ได้มีข้อมูลสนับสนุนว่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นสาเหตุโดยตรงของการเกิดโรคการเจ็บป่วยจากอาคารแต่เป็นมลพิษทางอากาศ (Syazwan Aizat, Juliana, Norhafizalina, Azman, & Kamaruzaman, 2009)

- ผงฝุ่นหมึก โดยปกติแล้วในระบบเครื่องถ่ายเอกสารแบบแห้ง จะมีส่วนประกอบเป็นผงคาร์บอนสีดำประมาณ 10% ซึ่งผงฝุ่นนี้สามารถหลุดร่วงออกมาระหว่างการซ่อมบำรุงได้ ผงหมึกเหล่านี้อาจก่อให้เกิดกลุ่มอาการ ทางระบบทางเดินหายใจส่วนต้น หรือการระคายเคืองบริเวณผิวหนัง นอกจากนั้น ผงหมึกยังมีส่วนประกอบของเมทานอล (Methanol) ซึ่งเป็นสารระเหยติดไฟทำให้เกิดอาการเวียนศีรษะ และระคายเคืองตาได้

- แสงอัลตราไวโอเลต (Ultraviolet) เป็นแสงที่มักเกิดจากเครื่องถ่ายเอกสารขณะทำการคัดลอกเอกสาร มีแหล่งกำเนิดมาจากหลอดฟลูออเรสเซนท์ที่อยู่ในเครื่อง แสงอัลตราไวโอเลตหากสัมผัสกับตาโดยตรงเป็นระยะเวลานาน ๆ อาจทำให้เกิดอาการระคายเคืองตา น้ำตาไหล หรือโรคเยื่อบุตาอักเสบจากแสงอัลตราไวโอเลต (Ultraviolet eratitis)

4031899429 BUU iThesis 60920159 thesis / recv: 24062562 14:13:49 / seq: 35

- อุณหภูมิ อุณหภูมิที่สูงขึ้น อาจเกิดมาจากตัวเครื่องถ่ายเอกสารที่เกิดความร้อนขณะเครื่องทำงาน หากมีระบบปรับอากาศและระบายอากาศไม่ดีเท่าที่ควร จะทำให้เกิดอุณหภูมิที่สูงขึ้นในอาคาร ผู้ทำงานอาจเกิดอาการไม่สบายตัว ระหว่างการทำงาน และอาจทำให้ประสิทธิภาพในการทำงานลดลงได้

- ฟอร์มาลดีไฮด์ เป็นสารระเหยอินทรีย์ ที่ไม่ได้เกิดจากเครื่องถ่ายเอกสารโดยตรง แต่เคลือบอยู่บนกระดาษที่ใช้ในเครื่องถ่ายเอกสาร

ปัญหาสุขภาพโดยรวม และผลกระทบจากเครื่องถ่ายเอกสาร พบว่า ผู้ปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องกับงานถ่ายเอกสาร หรือปฏิบัติงานใกล้เคียงกับจุดที่มีการถ่ายเอกสาร จะมีอาการเวียนศีรษะ อ่อนเพลียง่าย ง่วงซึม ซึ่งเป็นอาการอย่างหนึ่งในกลุ่มอาการเจ็บป่วยจากอาคาร อันเนื่องมาจากคุณภาพอากาศภายในอาคารที่ไม่ดี (Indoor air quality) ซึ่งอาการป่วยในลักษณะนี้ แม้จะไม่รุนแรงถึงชีวิตแต่หากมีอาการในระยะยาวจะส่งผลต่อสุขภาพในการทำงานได้ ในปัจจุบันการเฝ้าระวังโรคที่เกิดจากการทำงานกับเครื่องถ่ายเอกสารนั้นยังไม่มีการตรวจสุขภาพร่างกายของพนักงาน จะเน้นการตรวจคุณภาพของอากาศภายในอาคารเป็นหลัก (เชิดศิริ นิลผาย และคณะ, 2560)

การจัดการกับคุณภาพอากาศภายในอาคารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การระบายอากาศเป็นวิธีการแลกเปลี่ยนอากาศภายในและภายนอกอาคาร เพื่อให้เกิดความสมดุลระหว่างสารเคมีภายในและภายนอก ทำให้ความเข้มข้นของสารมลพิษลดลง การจัดการกับคุณภาพอากาศภายในอาคาร โดยปกติแล้วอาคารจะมีระบบระบายอากาศเพื่อให้อากาศที่ถ่ายเทได้สะดวก และลดความร้อนในอาคารได้ การระบายอากาศสามารถแบ่งตามลักษณะทางกายภาพได้สองแบบ (กรมอนามัย สำนักอนามัยและสิ่งแวดล้อม, 2559) คือ

1. การระบายอากาศโดยธรรมชาติ ซึ่งเป็นการเปิดช่องจากภายในอาคารสู่ภายนอกโดยตรง และอาศัยลมในการพัดผ่าน

2. การระบายอากาศเชิงกล คือการใช้อุปกรณ์ติดตั้งขับเคลื่อนอากาศ จากภายนอกเข้าสู่ภายในอาคาร โดยไม่จำเป็นต้องอาศัยลมจากธรรมชาติ

ปัจจุบันอาคารส่วนใหญ่เป็นระบบปิด อาศัยหลักการระบายอากาศจากเครื่องปรับอากาศเท่านั้น ทำให้ภายในอาคารเองมีการสะสมของมลพิษต่าง ๆ ซึ่งส่งผลให้ผู้ที่ทำงานในอาคารมีประสิทธิภาพการทำงานลดลง หรืออาจก่อให้เกิดอาการป่วยได้ ระบบการระบายอากาศจึงหมายถึงการระบายความร้อนส่วนเกินและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ รวมไปถึงกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์ อีกทั้งยังเป็นการระบายมลพิษต่าง ๆ จากในตัวอาคารออกสู่นอกอาคาร (กรมอนามัย สำนักอนามัยและสิ่งแวดล้อม, 2559)

4031899429 BUU iThesis 60920159 thesis / recv: 24062562 14:13:49 / seq: 35

ระบบปรับอากาศ (เครื่องปรับอากาศ) หลักการทำงานส่วนใหญ่จะใช้สารเคมีทำความเย็นซึ่งอยู่ในท่อทองแดงโดยทำหน้าที่ดูดและคายความร้อนจากอากาศ โดยส่งผ่านความร้อนที่มากจากอากาศภายในห้อง เข้าสู่ท่อทำความเย็น เมื่ออากาศพัดผ่านท่อทำความเย็นจนมีอุณหภูมิลดลงแล้ว ก็จะถูกปล่อยกลับสู่อาคารหรือบรรยากาศต่อไป สารเคมีที่ให้ความเย็น เมื่อถูกใช้งานจนมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น จะถูกดูดกลับเข้าสู่คอนเดนเซอร์หรือคอมเพรสเซอร์ที่อยู่ภายนอกอาคารเพื่อลดอุณิหภูมิลง เมื่ออุณหภูมิของสารทำความเย็นลดลงแล้ว ก็จะถูกนำกลับไปใช้อีกครั้งหนึ่ง ประเภทของเครื่องปรับอากาศแบ่งได้ดังนี้ (กรมอนามัย สำนักอนามัยและสิ่งแวดล้อม, 2559)

1. ระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน เป็นระบบปรับอากาศที่นิยมใช้ในที่พักอาศัยและอาคารบางแห่งประกอบด้วย 2 ส่วนหลัก ๆ คือ ส่วนทำความเย็นจะติดตั้งในอาคาร และส่วนคอมเพรสเซอร์ติดตั้งอยู่นอกอาคาร

2. ระบบปรับอากาศแบบชุด เป็นระบบปรับอากาศที่นิยมใช้ในห้องขนาดเล็ก เป็นระบบที่มีสารทำความเย็นแผงคอยด์ร้อนเย็นอยู่ในชุดเดียวกัน โดยมีท่อลม ซึ่งติดตั้งอยู่ด้านในผ่านทะลุออกมานอกอาคาร สามารถเคลื่อนย้ายได้

3. ระบบปรับอากาศแบบใช้เครื่องทำน้ำเย็น เป็นระบบปรับอากาศขนาดใหญ่ เหมาะสำหรับพื้นที่ขนาดใหญ่ที่ต้องการปรับอากาศโดยรวมเช่น ห้างสรรพสินค้า โรงแรม โรงพยาบาล อาคารข้าง ๆ การปรับอากาศลักษณะนี้จะใช้เครื่องทำน้ำเย็นทำหน้าที่ควบคุมอุณหภูมิ

4. ระบบปรับอากาศแบบ Variable refrigerant flow system (VRF) เป็นระบบปรับอากาศที่นิยมใช้ในอาคาร โดยใช้ระบบการควบคุมน้ำยาแยกกันอย่างอิสระ มักใช้สำหรับอาคารที่ต้องการอุณหภูมิในแต่ละห้องไม่เท่ากัน

การปรับปรุงอุปกรณ์ภายในอาคารและการบำรุงรักษาดูแลอุปกรณ์ การปรับปรุงการกรองอากาศ โดยใช้แผงกรองอากาศหรือเครื่องฟอกอากาศ ที่เหมาะสมกับสถานที่ที่ใช้งาน รวมถึงการทำงานของระบบระบายอากาศ ต้องมีคุณลักษณะตามที่ออกแบบไว้และเป็นไปตามมาตรฐาน การติดหลอดไฟฆ่าเชื้อโรคในระบบท่อลมเย็นกับแผงกรองอากาศ การทำความสะอาดแผงกรองอากาศเป็นประจำ และจัดตารางบำรุงการรักษาระบบ รวมถึงการล้างคอลย์เย็น การทำความสะอาดม่านและพรม รวมถึงการปลูกไม้ประดับสำหรับการกำจัดสารปนเปื้อนที่อยู่ในอากาศภายในอาคาร ก็เป็นอีกวิธีหนึ่งเพื่อความปลอดภัยของผู้ใช้อาคารที่มีระบบปรับอากาศเช่นกัน (กรมอนามัย สำนักอนามัยและสิ่งแวดล้อม, 2555)

4031899429 BUU iThesis 60920159 thesis / recv: 24062562 14:13:49 / seq: 35

ต้นไม้กับการปรับปรุงคุณภาพอากาศในอาคารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การปรับปรุงคุณภาพอากาศภายในอาคารนั้น นอกเหนือไปจากการใช้ระบบการระบายอากาศโดยเครื่องฟอกอากาศและระบบระบายอากาศตามธรรมชาติแล้ว การใช้ต้นไม้ที่มีความสามารถในการดูดซับสารปนเปื้อนต่าง ๆ (Raskin & Ensley, 2000) เพื่อการแก้ไขปรับปรุงสภาพอากาศในอาคาร (กรมอนามัย สำนักอนามัยและสิ่งแวดล้อม, 2555) จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งซึ่งเป็นวิธีที่สะดวกและประหยัด เพื่อเป็นตัวเลือกสำหรับอาคารที่มีปัญหาด้านสภาพแวดล้อมและคุณภาพของอากาศในตึกทำงาน (Yang, Pennisi, Son, & Kays, 2009) อีกทั้งมนุษย์ยังมีความสัมพันธ์อันซับซ้อนกับธรรมชาติหรือต้นไม้เรียกว่า “Biophilia” ซึ่งเป็นความสัมพันธ์ในลักษณะพิเศษ นิยามไว้ว่า หากมีต้นไม้อยู่ใกล้กับมนุษย์เช่น บ้าน ที่ทำงาน หรือห้องเรียน จะทำให้มนุษย์มีสุขภาพจิตที่ดีและรู้สึกอารมณ์ดีมากขึ้น (Golden, 2015)

อย่างไรก็ดี โดยปกติแล้ว ต้นไม้จะเติบโตในสภาวะแวดล้อมตามธรรมชาติหรือนอกอาคารเป็นหลัก การนำต้นไม้เข้ามาปลูกในอาคารนั้น ย่อมมีความแตกต่างกันกับสภาพแวดล้อมภายนอกอาคาร เช่น อุณหภูมิ และแสงสว่าง โดยความยาวคลื่นแสงที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดคือความยาวคลื่นแสงสีแดง และสีน้ำเงิน และความเข้มของแสง โดยความเข้มของแสงที่มากขึ้นจะทำให้อัตราการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์มีมากขึ้นตามไปด้วย อุณภูมิที่ต้นไม้สามารถสังเคราะห์แสงได้นั้น อยู่ที่ 0-40 องศาเซลเซียส โดยอุณหภูมิที่เหมาะสมที่สุดคือ 37 องศาเซลเซียส (Optimum temperature) หากอุณหภูมิสูงเกินกว่านี้ จะทำให้อัตราการสังเคราะห์แสงลดลง เนื่องจากมีผลต่อการทำงานของเอนไซม์ (Reece et al., 2017)

ปัจจัยทั้ง 2 ชนิดนี้ เป็นปัจจัยสำคัญต่อการสังเคราะห์แสงและการเจริญเติบโตของต้นไม้ หากแสงสว่างและอุณหภูมิไม่เหมาะสม ต้นไม้อาจเติบโตช้า หรือหยุดการเจริญเติบโตได้ ซึ่งต้นไม้แต่ละชนิดนั้น ก็มีความต้องการของปัจจัยที่ใช้ในการเจริญเติบโตที่แตกต่างกัน

กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง

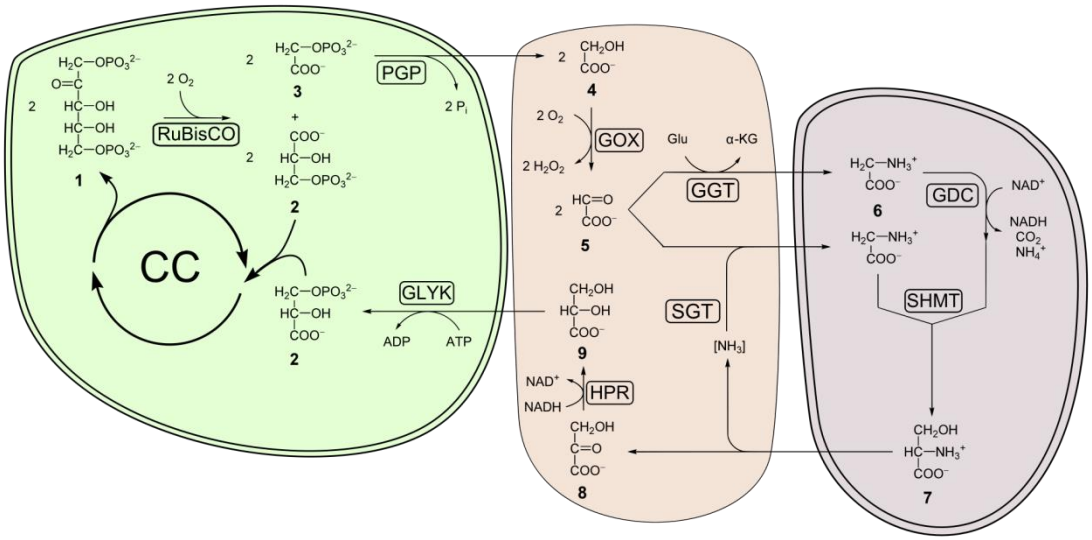
กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง เป็นกระบวนการสร้างอาหารได้เองของสิ่งมีชีวิตประเภทต้นไม้ อาศัยแสงเป็นตัวกระตุ้นและใช้รงควัตถุภายใน ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานแสงให้เป็นพลังงานเคมีออกมาในรูปของสารอาหารจำเป็นจำพวกคาร์โบไฮเดรต การสังเคราะห์แสงโดยใช้รงควัตถุที่อยู่ภายในคลอโรพลาส คือ คลอโรฟิลล์เป็นรงควัตถุที่ใช้จับพลังงานแสง มีสารตั้งต้นที่สำคัญ 2 อย่าง คือ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ กระบวนการการสังเคราะห์แสงเริ่มจากก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เข้าสู่ชั้นเนื้อเยื่อผ่านทางช่องปากใบ (Stoma) และรากต้นไม้จากดูดซับน้ำจากรากสู่ลำต้น ผ่านมาทางใบ เมื่อก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำเคลื่อนมาถึงชั้นมีโซฟิลล์ (Mesophyll) แล้ว คลอโรฟิลล์และรงควัตถุอื่น ๆ ที่อยู่บนคลอโรพลาส จะดูดซับพลังงานแสง และ

4031899429 BUU iThesis 60920159 thesis / recv: 24062562 14:13:49 / seq: 35

เปลี่ยนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ให้เป็นคาร์โบไฮเดรต เรียกว่า กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง (Reece et al., 2017) กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงนั้น โดยภาพรวมแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอนใหญ่ ๆ คือ

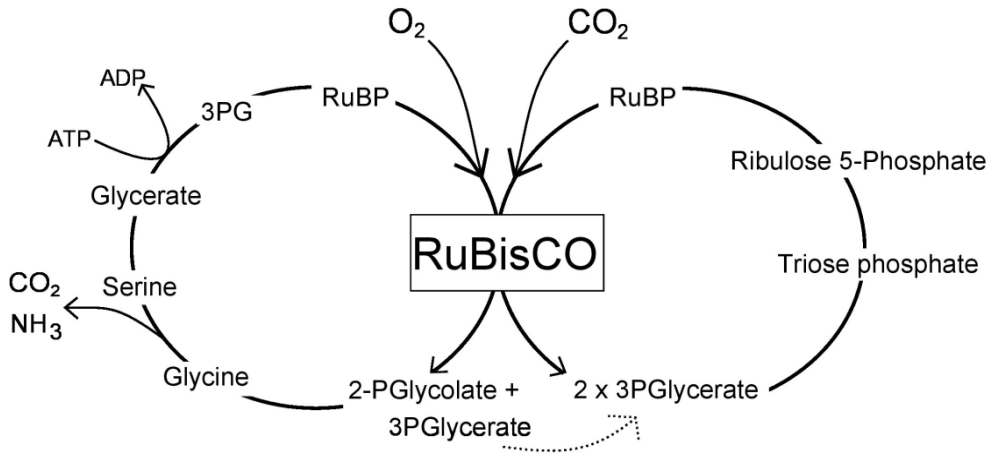
1. กระบวนการใช้แสง (Light dependent reaction) มีขั้นตอน คือ คลอโรฟิลล์ดูดซับพลังงานแสงและถ่ายทอดพลังงานสู่อิเล็คตรอน เกิดกระบวนการถ่ายทอดอิเล็คตรอน เปลี่ยนจาก ADP^{+P} ได้เป็นพลังงาน ATP โดยมี $NADP^{+}$ เป็นเอนไซม์ ในการรองรับอิเล็คตรอน เกิดเป็น NADPH

2. ปฏิกิริยาตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2 Fixation reaction ด้วยวัฏจักรเคลวิน (Calvin cycle) มีขั้นตอนคือ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะถูกดึงออกจากกระบวนการอื่น ๆ ในวัฏจักรเคลวิน ได้พลังงานคือ ATP และเอนไซม์ NADPH จะทำหน้าที่เปลี่ยนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ให้เป็นคาร์โบไฮเดรต หรือน้ำตาลฟรุกโตส



ภาพที่ 2 กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงโดยรวม (www.biologdictionary.net)

4031899429 BUU iThesis 60920159 thesis / recv: 24062562 14:13:49 / seq: 35



ภาพที่ 3 กระบวนการวัฏจักรเคลวิน (Calvin cycle) (www.biologdictionary.net)

กลไกของต้นไม้กับการจัดการปรับปรุงคุณภาพอากาศในอาคาร

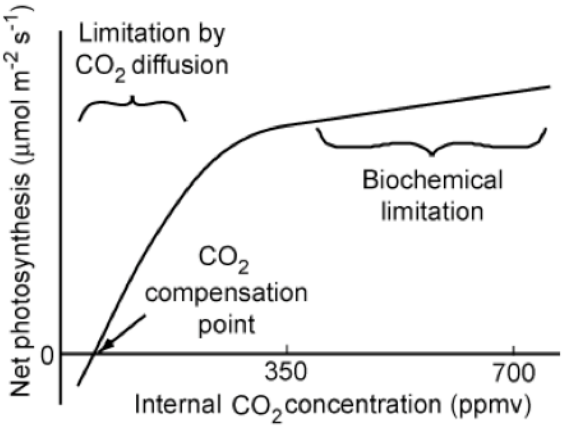
การทดลองในการใช้ต้นไม้เพื่อการปรับปรุงคุณภาพอากาศนั้น มีหลากหลายงานวิจัยที่ทำกับต้นไม้หลากหลายชนิด ส่วนมากทำการทดลองในห้องทดลองหรือระบบตู้ทดลอง (Chamber) แต่มีเพียงไม่กี่งานวิจัยเท่านั้น ที่ทำการทดลองในสภาพแวดล้อมจริง (Dela Cruz, Christensen, Thomsen, & Muller, 2014) โดยอัตราการปรับปรุงคุณภาพอากาศนั้น ขึ้นอยู่กับชนิดของต้นไม้, ดิน และวัสดุที่ใช้ปลูก, ปริมาณความเข้มของแสง, อุณหภูมิ, คุณภาพอากาศก่อนการปรับปรุง

CO_2 (คาร์บอนไดออกไซด์)

ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ถือเป็นก๊าซที่เป็นมลพิษอย่างหนึ่ง ทำให้เกิดกลุ่มอาการเจ็บป่วยจากอาคารได้ โดยปกติแล้วก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะถูกขับออกจากร่างกาย โดยกระบวนการแลกเปลี่ยนก๊าซโดยการหายใจและกระบวนการหายใจระดับเซลล์ของมนุษย์ หากความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีมากกว่า 100ppb อาจก่อให้เกิดปัญหาเรื่อคุณภาพอากาศภายในอาคารได้ (Suhaimi et al., 2017) มีการศึกษาพบว่า หากมีปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มสูงขึ้นในห้องเรียน นักเรียนจะมีความสามารถในการเรียนลดลง (Shaughnessy, Haverinen-Shaughnessy, Nevalainen, & Moschandreas, 2006) ต้นไม้ใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ยิ่งมีปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มากต้นไม้ก็สามารถเติบโตได้มาก (Driessen, 2013) (Robertson, 2011) โดยในกระบวนการนั้น ต้นไม้ยังต้องการปัจจัยอื่น ๆ อีก เช่น แสงและน้ำ เมื่อจบกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงแล้ว จะได้น้ำตาลกลูโคสและก๊าซออกซิเจนออกมาเป็นผลิตภัณฑ์ (Whiting, 2014) โดยน้ำตาลกลูโคสจะกลับไปเป็นอาหารสำหรับการเจริญเติบโตของต้นไม้เอง ส่วนก๊าซออกซิเจนจะถูกปล่อยเข้าสู่ชั้นบรรยากาศ มนุษย์ก็จะใช้ก๊าซออกซิเจนในกระบวนการ

4031899429 BUU iThesis 60920159 thesis / recv: 24062562 14:13:49 / seq: 35

หายใจและการหายใจระดับเซลล์ต่อไป กล่าวได้ว่าหากปราศจากต้นไม้แล้วนั้น มนุษย์จะไม่สามารถดำเนินชีวิตต่อไปได้ เพราะต้นไม้เป็นแหล่งผลิตออกซิเจนที่ใหญ่และสำคัญมาก (Hopkins, 2006)



ภาพที่ 4 CO_2 response curve photosynthesis (Driessen, 2013)

จากการศึกษาทดลองเรื่องประสิทธิผลในการลดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของต้นไม้ 7 ชนิด ในสภาวะแวดล้อมภายในอาคาร พบว่า ต้นไม้ 7 ชนิด ประกอบด้วย พลูด่าง เศรษฐีเรือนนอก หน้าวัว สาวน้อยประแป้ง เฟิร์น แววมยุราและเงินไหลมา ต้นไม้ทั้งหมดอายุเฉลี่ย 1 ปี สูงประมาณ 25 เซนติเมตร ปลูกในกระถางขนาด 7 นิ้ว การศึกษาพบว่า ต้นเศรษฐีเรือนในไม่มีคุณสมบัติในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ อย่างไรก็ดีสำหรับต้นไม้อีก 6 ชนิด ที่เหลือ พบว่าไม่มีความแตกต่างกัน สามารถลดปริมาณความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ได้ในเวลา 8 ชั่วโมง โดยต้นแววมยุรามีความสามารถในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มากที่สุด ส่วนต้นอื่น ๆ สามารลดความเข้มข้นของก๊าซ คาร์บอนไดออกไซด์ ได้ที่ 10.03-14.40% ในแสง 700 Lux และ 5.5- 7.0% ในแสง 300 Lux (Suhaimi et al., 2017)

การศึกษาผลของความเข้มแสง ต่ออัตราการสังเคราะห์แสงทั้งทรงพุ่มต่อพื้นที่ใบ 1 ตารางเมตร ของต้นวาสนา พลูด่าง และ เดหลี พบว่า วาสนาและเดหลี มีอัตราการแลกเปลี่ยนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ไม่แปรผันตามพื้นที่ใบที่เพิ่มขึ้น เพราะลักษณะการจัดเรียงตัวเวียนซ้อนทับ กันเป็นชั้น ซึ่งแตกต่างจากพลูด่าง ที่ปลูกพันหลัก ใบมีการเรียงตัวทับซ้อนกันน้อยมาก เมื่อพื้นที่ใบต่อต้นเพิ่มขึ้น อัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิ จึงเพิ่มขึ้นด้วย เพราะมีพื้นที่รับแสงอย่างทั่วถึง (รุ้งตะวัน ศรีพฤกษ์, 2549)

4031899429 BUU iThesis 60920159 thesis / recv: 24062562 14:13:49 / seq: 35

CO (คาร์บอนมอนอกไซด์)

ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์เป็นก๊าซชนิดหนึ่งที่มีความเป็นพิษค่อนข้างมาก เกิดจากการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ ต้นไม้มีกลไกที่สามารถขจัดก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ได้โดยอาศัยแบคทีเรียในดินเป็นหลัก เมื่อก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ซึมเข้าสู่ดินแล้ว จะสามารถกระตุ้นให้รากต้นไม้และเมล็ดพืชเจริญเติบโตได้ดีขึ้น (Liu et al., 2007; Dekker & Hargrove, 2002; Ji Xuan et al., 2006) แบคทีเรียในดินจะสามารถใช้ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์เป็นส่วนหนึ่งของสารอาหาร (King, 2007) ในระบบการเผาผลาญพลังงาน (Metabolic redox process) (Tolli & King, 2005) (Chan & Steudler, 2006)

นอกจากนี้ยังมีการศึกษาทดลองโดยใช้ต้นวาสนาราชินีมรกตในการปรับปรุงคุณภาพอากาศภายในอาคาร โดยวัดประสิทธิภาพของต้นวาสนาในการลดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ในอาคารที่มีเครื่องปรับอากาศและไม่มีเครื่องปรับอากาศ เป็นเวลา 9 สัปดาห์ พบว่า สามารถลดปริมาณของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ลงได้อย่างมีนัยสำคัญ โดยในอาคารที่มีเครื่องปรับอากาศ สามารถลดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ลงได้ประมาณ 10% และในอาคารที่ไม่มีเครื่องปรับอากาศสามารถลดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ลงได้ประมาณ 25% (Tarran, Torpy, & Burchett, 2007)

Ozone (โอโซน)

ก๊าซโอโซนเป็นสารก๊าซที่มีอันตรายต่อมนุษย์อย่างมาก O_3 ที่เสถียรจึงมีแนวโน้ม ที่จะสลายตัวกลับเป็นก๊าซออกซิเจนได้ง่ายมีค่าครึ่งชีวิต (Half-life) 12 ชั่วโมงในบรรยากาศ (Becker, Horvath, Bilitzky, & Hüttner, 1985; สืบตระกูล วิเศษสมบัติ, 2561) และเพียง 20-30 นาที หากละลายอยู่ในน้ำ (Kim, Yousef & Khadre, 2003) กำหนดให้มีโอโซนในบรรยากาศไม่เกิน 70 ppb ตลอดระยะเวลาการทำงาน (U.S. Environmental Protection Agency, 1987) ต้นไม้ดูดซึมก๊าซโอโซนผ่านทางปากใบเป็นหลัก ก๊าซโอโซนสามารถละลายในน้ำและซึมผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ได้ง่าย ก๊าซโอโซนสามารถเข้าไปทำปฏิกริยากับกลุ่มซัลฟาและกรดอะมิโนในเซลล์ ก่อให้เกิดพิษกับต้นไม้ได้ ต้นไม้มีกลไกในการจัดการกับอนุมูลอิสระที่เกิดจากก๊าซโอโซนผ่านทางวัฏจักรแอสคอเบต-กลูต้าไธโอน และเอนไซน์ต่อต้านอนุมูลอิสระในเซลล์เพื่อป้องกันใบไหม้ แห้งกรอบใบเหลือง จากภาวะพิษของก๊าซโอโซน (Wei, Lyu, Yu, Wang, Liu, Pan, & Chen, 2017)

การศึกษาในห้องทดลองเรื่องการกำจัดก๊าซโอโซนของต้นเศรษฐีเรือนใน พลูด่าง และลิ้นมังกรเปรียบเทียบกับห้องควบคุมที่ไม่มีต้นไม้ โดยใส่ก๊าซโอโซน ความเข้มข้น 200 ppb และตรวจติดตามความเข้มข้นของก๊าซโอโซนทุก 5-6 นาที พบว่า ต้นเศรษฐีเรือนใน พลูด่าง และ ลิ้นมังกร มีความสามารถในการลดก๊าซโอโซนได้ ในระยะเวลา 38-120 นาที โดยห้องที่มีต้นไม้มีอัตรา

4031899429 BUU iThesis 60920159 thesis / recv: 24062562 14:13:49 / seq: 35

การลดลงของก๊าซโอโซน มากกว่าห้องที่ไม่มีต้นไม้ (Papinchak, Holcomb, Best, & Decoteau, 2009)

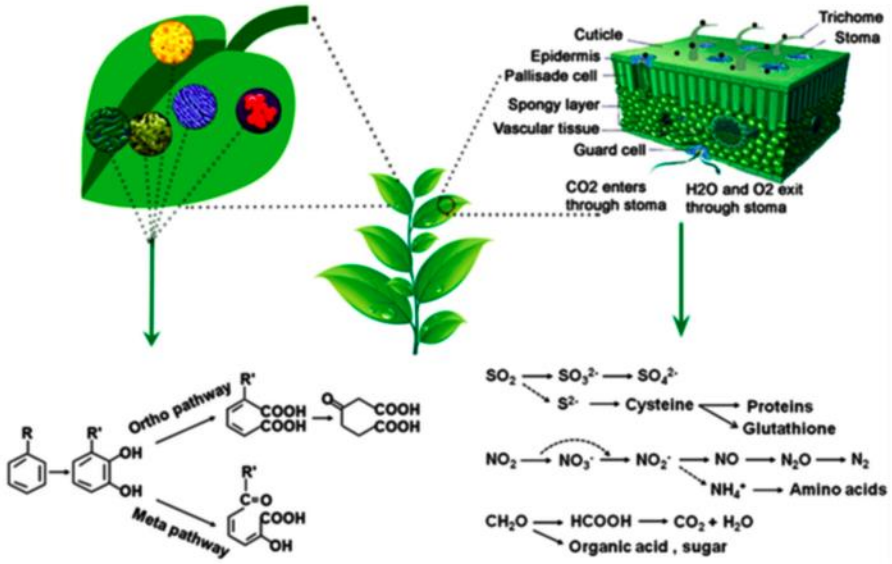
การศึกษาทดลองการลดลงของก๊าซโอโซน โดยทำการทดลองในห้องควบคุม ใช้ปริมาณความเข้มข้นของก๊าซโอโซน 60 ppb ศึกษาในต้นไม้ 5 ชนิด ประกอบด้วย เดหลี สกุลโพ คล้า สาวน้อยประแป้ง และพลูด่าง ปลูกในกระถางขนาด 6 นิ้ว ค่าเฉลี่ยพื้นที่ใบ ต่อ ปริมาตรห้อง คือ 1.9 ตารางเมตรต่อ 1 ลูกบาศก์เมตร ตรวจวัด ก๊าซโอโซน หลังปล่อย ก๊าซ 8 และ 16 ชั่วโมง พบว่า ต้นไม้ทั้ง 5 ชนิด มีความสามารถในการลดก๊าซโอโซนประมาณ 1-10% เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม (Abbass, Sailor, & Gall, 2017)

อนุภาคแขวนลอย (Particular matter PM_{10} และ $PM_{2.5}$)

อนุภาคแขวนลอยในอากาศมีแหล่งกำเนิดส่วนใหญ่เกิดจากการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ (Kurniawan & Schmidt-Ott, 2006) อนุภาคแขวนลอยนั้นเป็นชื่อเรียกของสารประกอบโดยรวม อนุภาคแขวนลอยนั้นประกอบไปด้วยสารหลายชนิด เช่น SO_4^{2-} , NO_3^- , NH_4^+ ,สารประกอบคาร์บอน แร่ธาตุ โลหะ และอื่น ๆ (Wei et al., 2017) โดยขนาดของอนุภาคแขวนลอยที่มีผล กระทบต่อสุขภาพคือ อนุภาคที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางขนาดน้อยกว่า 10 ไมครอน เนื่องจากสามารถผ่านเข้าสู่ทางเดินหายใจ และอนุภาคแขวนลอยที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน เนื่องจากสามารถผ่านลงสู่ทางเดินหายใจส่วนล่าง สู่ถุงลมปอดและทำให้เกิดการอักเสบของเนื้อเยื่อปอดได้ (WHO, 2013) การอักเสบของปอดเป็นสาเหตุทำให้มีประชากรตายถึง 2 ล้านคนต่อปี (Silva et al., 2013) และยังเป็นสาเหตุอันดับสองของมะเร็งปอดอีกด้วย อนุภาคที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางขนาดน้อยกว่า 10 ไมครอนจะมีปริมาณของจุลชีวภาพ มากกว่าอนุภาคแขวนลอยที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน

กลไกที่แท้จริงในการจัดการกับอนุภาคแขวนลอยโดยต้นไม้นั้น ยังไม่เป็นที่แน่ชัด โดยเชื่อว่าส่วนประกอบของต้นไม้ที่มีส่วนในการขจัดและลดอนุภาคแขวนลอยคือส่วนเหนือดิน (Phyllosphere) จากการเกิดปฏิกริยาการตรึงไนโตรเจนจากจุลชีพจากใบของเป็นหลัก โดยอนุภาคแขวนลอยจะถูกเก็บเป็นถุงที่อยู่ในสารเคลือบผิวใบและอาศัยปฏิกริยาการตรึงไนโตรเจนจากจุลชีพในการสลายอนุภาคแขวนลอยออกมาเป็นแร่ธาตุและสารอาหารต่าง ๆ หากมีสารเคลือบผิวใบมากและขนใบมากเช่นด้านหลังใบ (Adaxial) ก็จะสามารถดักจับและขจัดอนุภาคแขวนลอยได้มากกว่าด้านท้องใบ (Abaxial) การขจัดอนุภาคแขวนลอยได้มากหรือน้อยนั้น ขึ้นอยู่กับชนิดของต้นไม้ สารเคลือบผิวใบและความหนาแน่นของขนใบ (Wei et al., 2017)

4031899429 BUU iThesis 60920159 thesis / recv: 24062562 14:13:49 / seq: 35



ภาพที่ 5 กลไกการกำจัดฝุ่นของใบไม้ (Wei et al., 2017)

การใช้ต้นไม้เพื่อปรับปรุงคุณภาพอากาศภายในอาคารนั้น มักนิยมการใช้ต้นไม้แบบ ไม้เลื้อย (Wall type-plant) มากกว่าไม้กระถาง (Potted-plant) เนื่องจากประหยัดพื้นที่ในการใช้มากกว่า กล่าวคือ ไม้เลื้อยจะมีอัตราส่วนพื้นที่ใบต่อพื้นที่ห้องสูงกว่าไม้กระถาง ซึ่งเมื่อมีพื้นที่ของใบไม้มากกว่า ประสิทธิภาพในการปรับปรุงคุณภาพอากาศก็จะมากขึ้นตามไปด้วย โดยต้นไม้เลื้อยที่มีประสิทธิภาพและนิยมใช้งาน ตามหลักของสถาปัตยกรรม เนื่องจากไม่กระทบโครงสร้างของตึกมี 2 ชนิด คือ พลูด่างและเศรษฐีเรือนใน ผลการศึกษาพบว่า พลูด่างและเศรษฐีเรือนใน มีความสามารถที่ไม่แตกต่างกันในการลดความเข้มข้นของ PM_{10} และ $PM_{2.5}$ ได้ราว 20% เมื่อเทียบกับปริมาณฝุ่นในห้องควบคุม โดยใช้เวลาประมาณ 40 นาที และหากความเร็วลมในห้องเท่ากับ 4.5 ลิตรต่อวินาทีหรือ 9 ลิตรต่อวินาที ความเข้มข้นของ PM_{10} และ $PM_{2.5}$ จะสามารถลดลงได้มากกว่า 50% (Torpy & Zavattaro, 2018)

การศึกษาทดลองโดยใช้ ต้นไม้จริงต้นไม้ประดิษฐ์ ที่เป็นที่นิยมลูกในอาคาร ประกอบด้วย ต้นเฟิร์นประดิษฐ์ ต้นสาวน้อยปะแป้งประดิษฐ์ ต้นพลูด่างจริง ต้นฤาษีผสมจริง ต้นเข็มสามสีจริง ในการทดลอง ใช้ต้นพลูด่างขนาดอายุประมาณ 3 เดือน พื้นที่เฉลี่ยของใบทั้ง 2 ด้านประมาณ 0.20 ± 0.05 ตารางเมตรต่อต้น มีจำนวนใบประมาณ 27± 5.1 ใบต่อต้น ต้นฤาษีผสม และต้นเข็มสามสีมีอายุประมาณ 6 เดือน ทำการทดลองเปรียบเทียบต้นไม้ทั้ง 5 ชนิด ควบคุมพื้นที่ใบทั้งหมด 2 ด้าน ให้มีค่ารวมประมาณ 5 ตารางเมตร ทดลองในห้องขนาด 8 ลูกบาศก์เมตร อัตราส่วนพื้นที่ใบต่อปริมาตรอากาศในห้องทดสอบ ใกล้เคียงกัน จัดวางต้นไม้ประดิษฐ์บนแผ่น

4031899429 BUU iThesis 60920159 thesis / recv: 24062562 14:13:49 / seq: 35

โฟม สูงจากพื้น 0.3 เมตร ต้นไม้จริง วางบนพื้นห้อง ยกเว้นต้นพลูด่างรองด้วยแผ่นโฟม สูงจากพื้น 0.2 เมตร หุ้มแผ่นโฟม และกระถางด้วยอลูมิเนียมฟอยล์ ห้องทดสอบมี อนุภาค $PM_{2.5}$ อยู่ในระดับ 240 ถึง 250 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร เปรียบเทียบกับห้องที่ไม่มีต้นไม้และต้นไม้ แต่ละชนิดทดสอบซ้ำสองครั้ง ผลการทดสอบพบว่า พื้นที่ใบที่เพิ่มขึ้น มีผลในการดักจับอนุภาค $PM_{2.5}$ เพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับห้องที่ไม่มีต้นไม้ โดยสามารถสร้างความสัมพันธ์ เชิงเส้นตรงได้ สัมประสิทธิ์การสูญหายของอนุภาค $PM_{2.5}$ มี ประมาณ 0.06 ถึง 0.07 ต่อชั่วโมง (ธนากร รัตนพันธุ์ และคณะ, 2059)

สารระเหยอินทรีย์ (Volatile Organic Compounds, VOCs)

ต้นไม้มีกลไกในการดูดซับและขจัดสารระเหยอินทรีย์จาก 4 ส่วนประกอบ (Dela Cruz et al., 2014) คือ

1. ส่วนเหนือดินของต้นไม้ ประกอบด้วย ลำต้นและใบ สารระเหยอินทรีย์โดยเฉพาะฟอร์มาลดีไฮด์ จะถูกดูดซึมโดยสารเคลือบใบ (Cuticle) และปากใบ (Stomata) หากปากใบมีการเปิดมาก ก็จะมีการดูดซับสารระเหยอินทรีย์มากเช่นเดียวกัน พืช C3 ปากใบจะเปิดเมื่อมีแสงสว่าง และปิดเมื่อไม่มีแสง ส่วนพืชจำพวก CAM (Crassulacean and Metabolism) ปากใบจะเปิดเมื่อไม่มีแสงสว่าง และปิดเมื่อมีแสง สารระเหยอินทรีย์เช่นเบนซีน (Benzene) จะสามารถละลายผ่านสารเคลือบใบเข้าสู่ชั้นใบได้โดยตรง เมื่อสารระเหยอินทรีย์ต่าง ๆ เข้าสู่ใบไม้แล้ว จะถูกเปลี่ยนให้อยู่ในรูปของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) และใช้เป็นสารตั้งต้นในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงหรือวัฏจักรเคลวินต่อไป (Clavin cycle)

อย่างไรก็ดี ในงานวิจัยครั้งนี้ ต้องการใช้พืช C3 ในการทดลองเนื่องจากผู้วิจัยต้องการให้มีการดูดซับสารระเหยอินทรีย์ ในช่วงเวลาที่มีแสงสว่างหรือมีคนทำงาน ดังนั้นการดูดซึมสารระเหยอินทรีย์ในเวลากลางคืนหรือไม่มีแสงสว่าง ที่ไม่มีคนทำงานจึงเป็นภาวะที่ไม่จำเป็น

2. จุลินทรีย์ชีพในดิน มีบทบาทสำคัญในการกำจัดสารระเหยอินทรีย์ แต่มีการศึกษาเพียงไม่กี่ชิ้นที่แสดงเกี่ยวกับกลไลที่แท้จริงในการจัดการสารระเหยอินทรีย์ของจุลชีพ มีการศึกษาว่าเอนไซม์โมโนออกซิจิเนส (Monooxygenases) และไดออกซิจิเนส (Dioxygenases) ในระบบเอนไซม์ของแบคทีเรีย มีส่วนเกี่ยวข้องอย่างมากในการทำให้ เบนซีน (Benzene) โทลูอีน (Toluene) เอทิลเบนซีน (Ethylbenzene) และไซลีน (Xylene) เสื่อมสภาพลง (Jindrova, Chocova, Demnerova, & Brenner, 2002) ส่วนจุลชีพจำพวกเชื้อรา ก็มีความสำคัญมากพอกับแบคทีเรียในกระบวนการตรึงแร่ธาตุของสารปนเปื้อน (Bouwer & Zehnder, 1993)

3. ดินและรากของต้นไม้ การใช้ดินที่ไม่เคยการผ่านปลูกต้นไม้มาก่อนมีความสามารถในการกำจัดเบนซีน (Benzene) แต่อัตราการการกำจัดนั้นน้อยกว่าดินที่มีรากต้นไม้อยู่

4031899429 BUU iThesis 60920159 thesis / recv: 24062562 14:13:49 / seq: 35

(Irga, Torpy & Burchett, 2013; Wood, Orwell, Torpy & Burchett, 2002) ส่วนการกำจัดฟอร์มาลดีไฮด์จากดินนั้น ยังเป็นที่ถกเถียงกันอยู่ เนื่องจากในหลายงานวิจัยได้ผลลัพธ์ที่แตกต่างกัน มีข้อสรุปได้ว่า

ดินมีความสามารถในการกำจัดสิ่งปนเปื้อนผ่านการดูดซึม ซึ่งจะถูกกักอยู่ในดินและค่อย ๆ สลายไปตามค่าครึ่งชีวิตของมันเอง โดยดินอินทรีย์ (Organic soil) จะมีความสามารถในการดูดซับได้มากกว่าดินอนินทรีย์ (Inorganic soil) อย่างไรก็ดี การดูดซับสารพิษ มักขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำในดินอีกด้วย ส่วนบทบาทและหน้าที่ของรากในการดูดซับสารระเหยอินทรีย์นั้น ยังมีการศึกษาที่ไม่ชัดเจนรากต้นไม้สามารถดูดซับสารปนเปื้อนได้ด้วยตัวมันเอง อย่างไรก็ดี ความสามารถนี้จะเพิ่มขึ้น เมื่อทำงานร่วมกับจุลชีพในดิน (Wenzel, 2009) โดยผ่านระบบท่อลำเลียงของตัวต้นไม้

โดยสรุปแล้วการขจัดสารระเหยอินทรีย์โดยใช้ต้นไม้นั้น จำเป็นต้องใช้ทั้งส่วนเหนือดินและส่วนใต้ดินของต้นไม้ รวมไปถึงจุลชีพในดิน เพื่อทำงานร่วมกันทั้งการดูดซึม และการสังเคราะห์แสง หากปราศจากส่วนใดส่วนหนึ่ง การกำจัดสารระเหยอินทรีย์ อาจเป็นไปได้น้อย (Song, Kim, & Sohn, 2007)

สำหรับงานวิจัยเกี่ยวกับการใช้ต้นไม้เพื่อการจัดการกับคุณภาพอากาศภายในอาคารไว้ค่อนข้างมาก แต่ส่วนใหญ่เป็นงานวิจัยที่ทำในห้องทดลอง ผลการวิจัยในห้องทดลองพบว่า ต้นไม้หลากหลายชนิด มีคุณสมบัติในลดสารระเหยอินทรีย์ปนเปื้อนในอากาศ แต่ผลการทดลองในชีวิตจริงนั้นมีเพียงไม่กี่งานวิจัย (Dela Cruz et al., 2014)

การทดลองนำต้นวาสนาราชินีมรกตและต้นเดหลี เข้าไว้ในอาคารที่มีพนักงานทำงานอยู่จริง เป็นจำนวน 3 และ 6 ต้น เปรียบเทียบกับ ห้องที่ไม่มีต้นไม้ โดยทำการทดลองเป็นระยะเวลานาน 9 สัปดาห์ ผลการทดลอง พบว่า หาก ความเข้มข้นของสารระเหยอินทรีย์ โดยรวมมีมากกว่า 100 ppb ต้นไม้สามารถลดความเข้มข้นของสารระเหยอินทรีย์ลดลงได้มากกว่า 75% โดยประสิทธิภาพ ไม่แตกต่างกัน ทั้งในสภาวะแวดล้อม ที่มีเครื่องปรับอากาศ และไม่มีเครื่องปรับอากาศ แต่หากความเข้มข้นของสารระเหยอินทรีย์โดยรวม มีน้อยกว่า 100 ppb พบว่าอัตราการลดลงของสารระเหยอินทรีย์ ไม่แตกต่างกัน ระหว่างมีต้นไม้ และไม่มีต้นไม้ (Wood, Burchett, Alquezar, Orwell, Tarran, & Torpy, 2006)

การศึกษาทดลอง โดยใช้ต้นไม้ 3 ชนิด คือ ศุภโชค แก้วกาญจนาและไทรย้อย ในการลดสารระเหยอินทรีย์ ในห้องปิด ไม่มีระบบระบายอากาศไม่มีคนทำงาน ขนาด กว้าง 3.5 เมตร ยาว 3.5 เมตร สูง 2.4 เมตร จำนวน 3 ห้อง ห้องแรก ไม่มีต้นไม้ ส่วนอีก 2 ห้อง ใช้ต้นไม้ 10% และ 5% ของพื้นที่ห้อง ผลการทดลองพบว่า ห้องปิดที่ใช้ต้นไม้ 10% ของพื้นที่ห้อง สามารถลดสารระเหย

4031899429 BUU iThesis 60920159 thesis / recv: 24062562 14:13:49 / seq: 35

อินทรีย์ ได้มากกว่าห้อง ที่ใช้ต้นไม้ 5% จากการทดลอง จึงสรุปได้ว่ายิ่งมีจำนวน ต้นไม้ต่อพื้นที่ของมาก ความสามารถในการขจัดสารระเหยอินทรีย์ก็จะมากขึ้นตามไปด้วย (Song et al., 2007)

แอมโมเนีย (Ammonia)

แอมโมเนียเป็นก๊าซที่มีพิษต่อมนุษย์ การดูดซึมและขจัดแอมโมเนียนั้น อาศัยใบและปากใบ (Stoma) ของต้นไม้เป็นหลักการดูดซึมแอมโมเนียเข้าสู่ใบไม้นั้น ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของแอมโมเนี่ยมไอออน (Ammonium ion) ค่าความเป็นกรดด่างและอุณหภูมิของปากใบ (Suttona et al., 1993) เมื่อความเข้มข้นของแอมโมเนียภายนอกปากใบมาก ก็จะมีการดูดซึมมาก เมื่อความเข้มข้นของแอมโมเนียภายนอกและภายในปากใบมีค่าเท่ากันแล้ว การดูดซึมก็จะหยุดลง โดยเมื่อแอมโมเนียเข้าสู่ปากใบแล้ว จะถูกเปลี่ยนให้อยู่ในรูปของกรดอะมิโน (Amino acid) (Pitcairn, Fowler, Leith, Sheppard, Sutton, Kennedy, & Okello, 2003) เพื่อใช้ในกระบวนการต่าง ๆ ของต้นไม้ต่อไป

ผู้วิจัยได้สรุปงานวิจัยที่เกี่ยวข้องของต้นไม้ที่มีความสามารถในการดูดซึมสารปนเปื้อนออกมาเป็นตารางดังนี้

ตารางที่ 3 สรุปงานวิจัยที่เกี่ยวข้องของต้นไม้ที่มีความสามารถในการดูดซึมสารปนเปื้อน

สารปนเปื้อน	D.deremensis (Queen of Dracaenas) วาสนาราชินีมรกต	C.comomsum (Spider plant) เศรษฐีเรือนนอก/ใน	E.aureum (Golden pothos) พลูด่าง
Ozone		●	●
CO	●		●
CO_2	●		●
PM_{10} $PM_{2.5}$		●	●
Formaldehyde	●	●	●
Amonia			●

4031899429 BUU iThesis 60920159 thesis / recv: 24062562 14:13:49 / seq: 35

พลูด่าง ชื่อวิทยาศาสตร์: Epipremnum aureum

ชื่อสามัญ: Devil,s ivy, Golden pothos, Hunter,s robe

Kingdom: Plantae

Division: Angiosperms

Order: Alismatales

Family: Araceae

Subfamily: Monsteroideae

Genus: Epipremnum

Species: Epipremnum aureum

พลูด่างราชินีสีทอง (E. aureum Bunting cv. Tricolor) เป็นพลูด่างพันธุ์ที่มีลำต้นเล็กที่สุด ลำต้นโตเต็มที่สูงได้ประมาณ 3 เมตร ใบมีสีเขียวอ่อนแกมเหลือง นิยมปลูกเป็นแปลงจัดสวน เนื่องจากลำต้นมีขนาดเล็ก และเติบโตได้ดีในที่แสงน้อย เช่น ห้องทำงาน สำนักงาน อาคารที่มีแสงส่องถึงน้อย หรือปลูกเป็นฉากพรางแสงเพื่อลดความร้อนและกำบังสิ่งที่เราไม่ต้องการจะโชว์ เป็นต้น

ลักษณะทางพฤษศาสตร์

1. ลำต้น พลูด่างเป็น พันธ์ไม้ที่มีลักษณะของลำต้นประเภทไม้เลื้อย (Climber or vine) ต้องอาศัย ยึดเหนี่ยว พาดพิงต้นไม้หรือวัสดุอื่นในการดำรงตน มีลำต้นกลม ส่วนต้นแก่มีสีเขียวออกน้ำตาล ลำต้นส่วนอ่อนมีสีเขียว มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 0.5-3 ซม. ลำต้นเป็นข้อ ๆ สำหรับแตกใบและราก

2. ใบลักษณะใบของพลูด่างเป็นใบเดี่ยว แทงออกบริเวณข้อ 2 ใบ อยู่ตรงข้ามกัน ใบกว้างประมาณ 5-30 เซนติเมตร ยาวประมาณ 7-45 เซนติเมตร ขึ้นอยู่กับอายุของต้น ใบมีรูปทรงคล้ายรูปหัวใจ ขอบเรียบ มีสีเหลืองทองถึงเหลืองอ่อน

การปลูกพลูด่าง สามารถปลูกได้ด้วยการเพาะเมล็ด และการปักชำ แต่นิยมขยายพันธุ์ด้วยการปักชากิ่งหรือลำต้นมากกว่า เนื่องจากพลูด่างใช้เวลาออกดอกนาน จึงสามารถขยายพันธุ์โดยการชำติดได้เร็วกว่า กิ่งมีโอกาสตายน้อย สามารถชำในวัสดุเพาะหรือชำในน้ำก็ได้ การปักชำในดินจะเหมาะสำหรับพลูด่างทุกพันธุ์ ส่วนการปักชำในน้ำจะใช้เฉพาะพันธ์ราชินีสีทอง เนื่องจากมีลำต้น และใบขนาดเล็ก สามารถแตกรากใหม่ได้เร็ว ลำต้นไม่เน่าง่าย

สำหรับการปลูกพลูด่างพันธ์ราชินีหินอ่อนนิยมปลูกในกระถางและในแจกัน การปลูกในกระถาง มีทั้งการปลูกในกระถางแขวน และกระถางตั้งดิน โดยใช้ดินผสมกับวัสดุอินทรีย์ เช่น แกลบ ขุยมะพร้าว เศษใบไม้ หรือมูลสัตว์ อัตราส่วนดินกับวัสดุอินทรีย์ที่ 1:1 หรือ 2:1 การปลูกใน

4031899429 BUU iThesis 60920159 thesis / recv: 24062562 14:13:49 / seq: 35

กระถางตั้งดิน จำเป็นต้องใช้หลักปักกลางกระถางที่หุ้มด้วยขุยมะพร้าวสำหรับให้รากยึดเกาะ การรดน้ำจะรดจากปลายหลัก ให้ไหลลงปากกระถาง ส่วนการปลูกในกระถางแบบแขวน ต้นพลูด่างจะอิงลำต้นตามลวดที่ขึงไว้ ควรรดน้ำเป็นประจำ อย่างน้อย 3 วัน/ ครั้ง การปลูกในแจกัน หรือวัสดุประยุกต์อื่น เช่น แก้วน้ำ ขวดน้ำ โดยใช้น้ำแทนดิน อาจใช้น้ำเพียงอย่างเดียวหรือน้ำละลายปุ๋ยเคมี หากใช้น้ำอย่างเดียว น้ำที่ใช้ควรเป็นน้ำบ่อหรือน้ำบาดาลที่ลักษณะใส ไม่สกปรกหรือไม่ใช้น้ำเสีย เพราะแหล่งน้ำประเภทนี้จะมีแร่ธาตุที่ช่วยเสริมการเติบโตได้ดีกว่าน้ำฝนหรือน้ำประปา ส่วนน้ำละลายปุ๋ยเคมีปุ๋ยที่ใช้ ได้แก่ สูตร 16-8-8 อัตราผสมน้ำที่ 10-20 เม็ด/ น้ำ 1 ลิตร ใส่ทุก ๆ 2-3 เดือน/ ครั้ง แต่ขึ้นอยู่กับขนาดลำต้นของพลูด่าง และควรเปลี่ยนถ่ายน้ำทุก 2 ครั้ง เมื่อใช้ปุ๋ยหรือทุก 6 เดือน เนื่องจากการใส่ปุ๋ยจะเพิ่มความเป็นกรดของน้ำ อาจทำให้พลูด่างเหี่ยวตาย หากมีความเข้มข้นของปุ๋ยมาก (พืชเกษตรดอทคอม, 2562)

4031899429 BUU iThesis 60920159 thesis / recv: 24062562 14:13:49 / seq: 35

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงานวิจัย

รูปแบบการวิจัย

งานวิจัยนี้ เป็นแบบกึ่งทดลอง เพื่อศึกษาประสิทธิผลของต้นพลูด่างในการลดความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) และปริมาณอนุภาคแขวนลอยในอากาศ (PM_{10} $PM_{2.5}$) ในอาคารและอาการเจ็บป่วยจากอาคารของพนักงานธุรการ โดยการตรวจความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) และอนุภาคแขวนลอย (PM_{10} $PM_{2.5}$) ก่อนและหลังการจัดต้นพลูด่างไว้ในอาคาร

ประชากรที่ศึกษา

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ คือ พนักงานธุรการ ทำงานในห้องปรับอากาศระบบ VRF ของโรงพยาบาลแห่งหนึ่งในจังหวัดระยอง ปี 2562 จำนวน 68 คน

ในงานวิจัยนี้ ใช้การสุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจงโดยมีเกณฑ์ดังต่อไปนี้

1. เกณฑ์คัดเข้า (Inclusion criteria)

1.1 เป็นผู้ยินดีเข้าร่วมในการวิจัยครั้งนี้

1.2 พนักงานธุรการที่ทำงานในโรงพยาบาลแห่งหนึ่งของจังหวัดระยอง ทำงานไม่ต่ำกว่า 3 เดือน

2. เกณฑ์คัดออก (Exclusion criteria)

2.1 มีโรคประจำตัวเกี่ยวกับทางเดินหายใจ หรืออยู่ในระหว่างการรักษาโรคเกี่ยวกับทาง เดินหายใจ ไมเกรน ภูมิแพ้ และโรคอื่น ๆ ที่อาจมีผลต่อการวินิจฉัย

2.1.1 เป็นผู้ที่ป่วยระหว่างการทดลองในโรคที่ทำให้ไม่สามารถเก็บข้อมูลต่อได้

2.1.2 เป็นผู้ที่ตอบแบบสอบถามไม่ครบตามที่ได้กำหนดไว้ทำให้ไม่สามารถเก็บข้อมูลต่อได้

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

วิธีการเก็บตัวอย่างความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และปริมาณอนุภาคแขวนลอย เพื่อวิเคราะห์ ใช้วิธีตามคู่มือการปฏิบัติงานเพื่อตรวจประเมินคุณภาพอากาศภายในอาคารสำหรับเจ้าหน้าที่ พ.ศ. 2555 สำนักอนามัยและสิ่งแวดล้อมกรมอนามัยกระทรวงสาธารณสุข

4031899429 BUU iThesis 60920159 thesis / recv: 24062562 14:13:49 / seq: 35

1. เครื่องมือที่ใช้ในการตรวจวัดสภาวะแวดล้อมในการทำงานภายในอาคาร

1.1 เครื่องมือตรวจวัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) Model 7575 Q-Trak IAQ Monitor เป็นเครื่อง Direct monitor ที่สามารถอ่านค่าได้ทันที เป็นการวัดค่าโดยใช้แสงอินฟาเรด

Range: 0-5,000 ppm

Accuracy: ± 3% of reading or ± 50 ppm, whichever is greater

Resolution: 1 ppm

Sensor type: Non-Dispersive Infrared (NDIR)

1.2 เครื่องมือตรวจวัดอนุภาคแขวนลอยในอากาศ (PM_{10}, $PM_{2.5}$) Dust Trak DRX Handheld Aerosol Monitor Model 8534 เป็นเครื่อง Direct monitor ที่สามารถอ่านค่าได้ทันที เป็นการตรวจวัดโดยใช้หลักการกระจายแสง

Photometer Sensor Type: 90° light scattering

Particle Size Range: Approximately 0.1 to 15 μm

Range: 0.001 to 150 mg/m^3

Accuracy: ± 5% of factory set point Internal flow controlled

Resolution: ±0.1% of reading or 0.001 mg/m^3, whichever is greater

Flow Rate: 3.0 L/min

Flow Accuracy: ±5% of factory set point Internal flow controlled

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลอาการเจ็บป่วยจากอาคาร

แบบสัมภาษณ์กลุ่มอาการเจ็บป่วยจากอาคาร ได้ประยุกต์จากแบบสอบถามปัญหาสุขภาพของผู้ที่อยู่ในอาคาร จากคู่มือการปฏิบัติงานเพื่อการตรวจประเมินคุณภาพอากาศภายในอาคารสำหรับเจ้าหน้าที่ สำนักอนามัยสิ่งแวดล้อม กรมอนามัย ซึ่งได้ทดสอบค่าความตรงของแบบสอบถาม (Index of item objective congruence) จากผู้เชี่ยวชาญ มีการแปลผลโดยพนักงานธุรการผู้ตอบแบบสัมภาษณ์มีอาการตั้งแต่ 2 อาการขึ้นไปในกลุ่ม 1 อาการ โดยต้องมีอาการ 4-6 ครั้งต่อสัปดาห์ หรือ 1-3 ครั้งต่อสัปดาห์ หรือมี 1 อาการใน 1 กลุ่มอาการขึ้นไปโดยมีอาการ 7 วันต่อสัปดาห์ และอาการเหล่านั้นต้องเกิดในช่วง 1 สัปดาห์ที่ผ่านมา เป็นอาการที่เกิดขึ้นในขณะปฏิบัติงานในอาคารและหายไปเมื่ออยู่นอกอาคาร

3. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลทั่วไปของพนักงานธุรการ

แบบสอบถามข้อมูลทั่วไปประกอบด้วย เพศ อายุ โรคประจำตัว ประวัติการทำงานและชั่วโมงการทำงานต่อวัน

4031899429 BUU iThesis 60920159 thesis / recv: 24062562 14:13:49 / seq: 35

4. เครื่องมือที่ใช้ในการจัดการกับคุณภาพอากาศภายในอาคาร

ผู้ทำวิจัยเลือกใช้ต้นพลูด่างโตเต็มที่อายุประมาณ 8 เดือนถึง 1 ปี (Abbass et al., 2017; Torpy & Zavattaro, 2018) ผู้ทำการวิจัยได้ทำการวัดพื้นที่เฉลี่ยของใบโดยโปรแกรม Adobe Photoshop CS2 (ปรีชา กาเพ็ชร, ชยันต์ ภักดีไทย และวินัย ศรวัติ, 2554) ได้พื้นที่เฉลี่ยของใบทั้ง 2 ด้านประมาณ 3.6-3.9 ตารางเมตรต่อต้น มีความสูงเฉลี่ยประมาณ 25 เซนติเมตรต่อต้น ปลูกในกระถางขนาด 6 นิ้ว

5. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลจำนวนกระดาษที่ถ่ายเอกสารและพิมพ์ต่อวันจากเครื่องถ่ายเอกสารและเครื่องพิมพ์

ผู้วิจัยใช้วิธีการเก็บข้อมูลโดยการจดบันทึกการพิมพ์จากเครื่องถ่ายเอกสารทั้ง 3 เครื่อง ซึ่งสามารถสั่งการพิมพ์ข้อมูลออกมาจากตัวเครื่องได้ โดยทำการเก็บจำนวนการถ่ายเอกสารและพิมพ์ในเวลา 8:00-17:00 น. ของทุกวันในช่วงทำการทดลอง

การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ

1. เครื่องมือและอุปกรณ์ ที่ใช้ในการตรวจวัดคุณภาพอากาศ เครื่องมือตรวจวัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) Model 7575 Q-Trak IAQ Monitor และ เครื่องมือตรวจวัดอนุภาคแขวนลอยในอากาศ (PM10, PM2.5) Dust Trak DRX Handheld Aerosol Monitor Model 8534 ก่อนการนำไปใช้ในการเก็บข้อมูล ได้ทำการปรับความถูกต้องและสอบเทียบความถูกต้องตามมาตรฐาน

1.1 เครื่องมือตรวจวัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) Model 7575 Q-Trak IAQ Monitor สอบเทียบความถูกต้องตามมาตรฐาน

1.2 ครื่องมือตรวจวัดอนุภาคแขวนลอยในอากาศ (PM_{10}, $PM_{2.5}$) Dust Trak DRX Handheld Aerosol Monitor Model 8534 สอบเทียบความถูกต้องตามมาตรฐาน

2. แบบสัมภาษณ์ข้อมูลทั่วไปและกลุ่มอาการเจ็บป่วยจากอาคาร ได้ประยุกต์จากแบบสอบถามปัญหาสุขภาพของผู้ที่อยู่ในอาคารจากคู่มือการปฏิบัติงานเพื่อการตรวจประเมินคุณภาพอากาศภายในอาคารสำหรับเจ้าหน้าที่ สำนักอนามัยสิ่งแวดล้อมกรมอนามัย พ.ศ. 2555

การหาคุณภาพแบบสอบถาม ผู้วิจัยได้นำแบบสอบถามไปหาคุณภาพของเครื่องมือโดยการหาความเที่ยงตรงของเนื้อหา (Content validity)โดยการนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญช่วยตรวจสอบความถูกต้อง และความครอบคลุมของเนื้อหาที่ต้องการศึกษา โดยผู้ทรงคุณวุฒิประกอบด้วยอาจารย์ผู้เชี่ยวชาญทางด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัยจำนวน 3 ท่าน (รายละเอียดตามภาคผนวก ค) ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา เชิงโครงสร้างของเครื่องมือวิจัย ความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ และ

4031899429 BUU iThesis 60920159 thesis / recv: 24062562 14:13:49 / seq: 35

ความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย โดยผู้เชี่ยวชาญลงความเห็นและให้คะแนนเป็นรายข้อในประเด็นที่ใช้สอบถาม และนำมาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Item-objective congruenee index: IOC) ระหว่างข้อสอบถามกับตัวแปร ดังนี้

+1 หมายถึง ข้อสอบถามนั้น ตรง หรือ สอดคล้องกับตัวแปร (เห็นด้วย)

0 หมายถึง ข้อสอบถามนั้นไม่แน่ใจหรือไม่สามารถตัดสินใจได้ว่าตรงหรือสอดคล้องกับตัวแปร (ไม่แน่ใจ)

-1 หมายถึง ข้อสอบถามนั้นไม่ตรงหรือไม่สอดคล้องกับตัวแปร (ไม่เห็นด้วย)

โดยค่าดัชนีความสอดคล้องที่ยอมรับได้มีค่าระหว่าง 0.6-1.00 ซึ่งแสดงว่าข้อสัมภาษณ์หรือประเด็นที่จะทำการรวบรวมข้อมูลมีความตรง

สูตรในการคำนวณ

$$\text{IOC} = \frac{\sum R}{N}$$

IOC คือ ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Item-objective congruence index)

R คือ คะแนนของผู้เชี่ยวชาญ

$\sum R$ คือ ผลรวมของคะแนนผู้เชี่ยวชาญแต่ละคน

N คือ จำนวนผู้เชี่ยวชาญแล้วนำมาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Item-objective congruenee index: IOC) ของข้อคำถามแต่ละข้อ

ผู้วิจัยนำข้อคำถามที่มีค่า IOC มากกว่า 0.5 ขึ้นไป ใช้ในแบบสอบถาม

3. ต้นพลูด่างอายุ 8 เดือนถึง 1 ปี สูงประมาณ 25 เซนติเมตร ปลูกในกระถางขนาด 6 นิ้ว ซื้อจากสวนเพาะพันธ์พืชจังหวัดนครปฐม (สาขาระยอง) เลี้ยงในโรงเรือน ควบคุมอุณหภูมิในโรงเรือนประมาณ 25-28 องศาเซลเซียส จำนวนใบต่อต้นประมาณ 65 ± 5 ใบ วัดขนาดของใบไม้โดยโปรแกรม Photoshop CS2 ซึ่งเป็นวิธีที่น่าเชื่อถือ (ปรีชา กาเพ็ชร, ชยันต์ ภักดีไทย และวินัย ศรวัติ, 2554) ผู้วิจัยจะเป็นผู้ดูแลต้นไม้ด้วยตนเอง หากต้นพลูด่างต้นใดมีปริมาณใบลดลง หรือมีลักษณะทางกายภาพที่เปลี่ยนไปซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อการทดลองในระหว่างเก็บข้อมูล ผู้วิจัยจะทำการเปลี่ยนต้นพลูด่างต้นใหม่ทันที

4031899429 BUU iThesis 60920159 thesis / recv: 24062562 14:13:49 / seq: 35

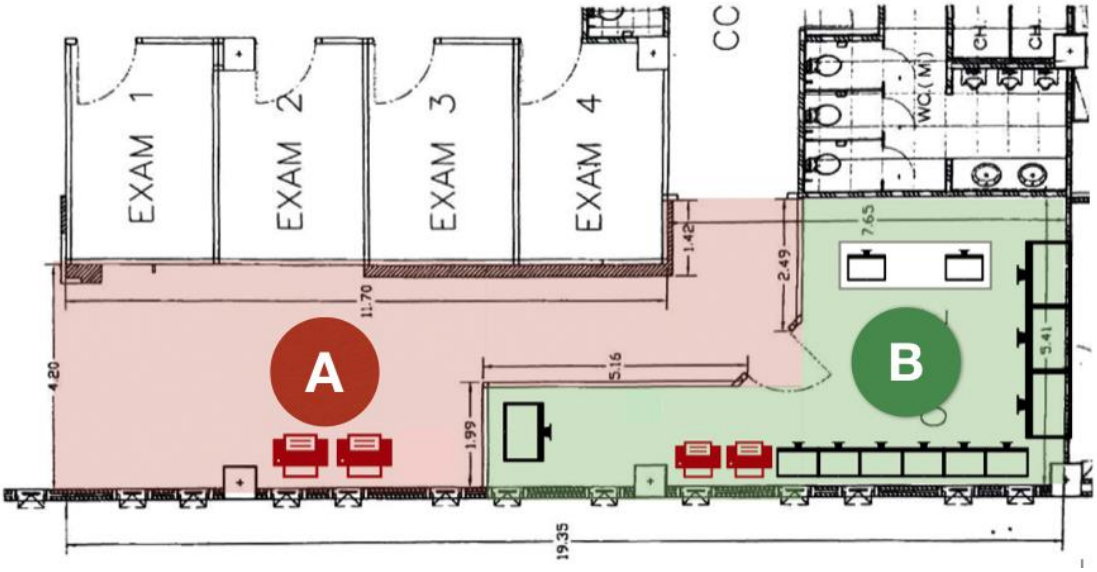
จริยธรรมวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ได้ผ่านการพิจารณาจากคณะกรรมการจริยธรรมวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา 2562 รหัสโครงการ IRB002/2562 เมื่อวันที่ 5 มีนาคม พ.ศ. 2562

วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลในครั้งนี้ผู้ทำการวิจัยได้ติดต่อขออนุญาตผู้อำนวยการโรงพยาบาล เพื่อดำเนินการรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในงานวิจัย โดยวิธีการเก็บข้อมูลประกอบด้วย

1. ตรวจสอบสถานที่ตั้งลักษณะภายในอาคาร พื้นที่การใช้งาน พื้นที่ห้อง ระบบปรับอากาศและสภาพแวดล้อมของพื้นที่ก่อนการทดลอง



ภาพที่ 6 แปลนตึกและพื้นที่ ที่ใช้ทำการทดลอง (หมายเหตุ ความสูงจากพื้นถึงเพดานคือ 2.8 เมตร)

พื้นที่ A ประกอบด้วยเครื่องถ่ายเอกสาร 2 เครื่อง และเก้าอี้รอตรวจสำหรับคนไข้ มีพื้นที่ 56.64 ตารางเมตร, ปริมาตร 147.39 ลูกบาศก์เมตร

พื้นที่ B ประกอบด้วยเครื่องพิมพ์เลเซอร์ 2 เครื่อง คอมพิวเตอร์ 12 เครื่อง และโทรศัพท์ตั้งโต๊ะ 3 เครื่อง มีพื้นที่ 39.36 ตารางเมตร, ปริมาตร 110.21 ลูกบาศก์เมตร

1. การเก็บตัวอย่างคุณภาพอากาศภายในอาคาร

4031899429 BUU iThesis 60920159 thesis / recv: 24062562 14:13:49 / seq: 35

การตรวจวัดคุณภาพอากาศภายในอาคาร ควรทำการตรวจวัดต่อเนื่องเป็นเวลา 8 ชั่วโมง ในกรณีที่ไม่สามารถตรวจวัดต่อเนื่องได้นั้น ให้ทำการตรวจวัดหาค่าเฉลี่ยตลอดระยะเวลาทำงาน โดยช่วงเวลาดังกล่าว ต้องครอบคลุมระยะเวลาที่มีผู้ใช้งานอาคารหรืออีกทางหนึ่งให้ขึ้นอยู่กับการตัดสินใจของผู้เชี่ยวชาญและทำการตรวจวัดโดยผู้ที่ได้รับการฝึกฝน (กรมอนามัย สำนักอนามัยและสิ่งแวดล้อม, 2559)

1.1 กำหนดจุดตรวจวัด สำหรับบริเวณที่ถูกเลือกเก็บตัวอย่าง ควรเก็บอย่างน้อย 1 ตำแหน่ง สำหรับแต่ละพื้นที่ที่แยกส่วนปรับอากาศ หรือระบบระบายอากาศและตัวอย่างควรถูกเก็บจากพื้นที่ที่มีความหนาแน่นของผู้ใช้อาคารสูงสุด หรือพื้นที่ที่มีการร้องเรียนด้านปัญหาคุณภาพอากาศ หรือจากแหล่งของปัญหาสำคัญ เช่น ใกล้พื้นที่สูบบุหรี่ ใกล้พื้นที่ถ่ายเอกสาร เป็นต้น (กรมอนามัย สำนักอนามัยและสิ่งแวดล้อม, 2559) โดยมีเกณฑ์ คือ

1.1.1 จุดเก็บตัวอย่างควรเก็บอย่างน้อยหนึ่งจุด สำหรับพื้นที่ที่แยกส่วนระบบปรับอากาศ

1.1.2 จุดเก็บตัวอย่างควรอยู่ห่างจากแหล่งกำเนิดมลพิษอย่างน้อย 1 เมตร

1.1.3 จุดเก็บตัวอย่างควรตั้งเครื่องวัดที่ความสูง 75-120 เซนติเมตรจากพื้น (Breathing zone)

1.1.4 จุดเก็บตัวอย่างควรเป็นบริเวณที่ไม่มีการรบกวนจากอากาศภายนอกอาคาร

1.1.5 จุดเก็บตัวอย่างไม่ควรรบกวนต่อกิจกรรมของพนักงานธุรการ

1.2 การตรวจวัดคุณภาพอากาศในอาคารก่อนการจัดวางต้นพลูด่าง

ผู้วิจัยเตรียมความพร้อมของเครื่องมือ ดำเนินการตรวจวัดตามขั้นตอนมาตรฐานของเครื่องมือ โดยเก็บข้อมูลความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และอนุภาคแขวนลอยในอากาศก่อนการจัดวางต้นพลูด่าง ทำการตรวจวัด 8 ชั่วโมงทำงานติดต่อกัน (8:00-17:00 น.) สัปดาห์ละ 1 ครั้งในช่วงกลางสัปดาห์ (วันพฤหัสบดี) ติดต่อกัน 2 สัปดาห์ และนำมาหาค่าเฉลี่ยความถี่และความถี่สะสม ของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และอนุภาคแขวนลอยในอากาศของอาคารก่อนการจัดวางต้นพลูด่าง

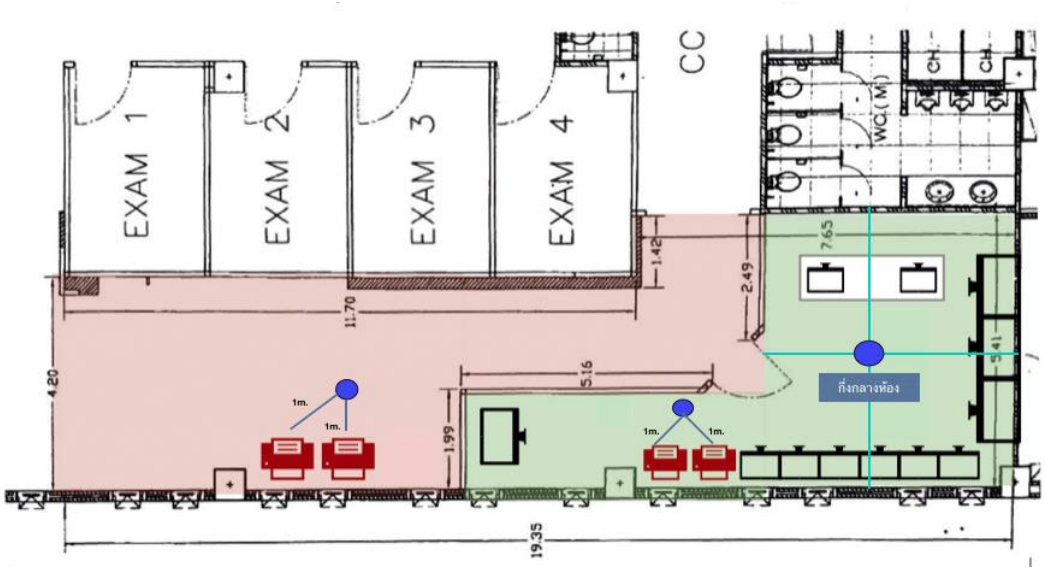
1.3 การเก็บรวบรวมข้อมูลทั่วไปและข้อมูลอาการเจ็บป่วยจากอาคารในพนักงานก่อนการจัดวางต้นพลูด่าง

ใช้แบบสัมภาษณ์กลุ่มอาการเจ็บป่วยจากอาคาร ได้ประยุกต์จาก แบบสอบถามปัญหาสุขภาพของผู้ที่อยู่ในอาคารจากคู่มือการปฏิบัติงาน เพื่อการตรวจประเมินคุณภาพอากาศภายในอาคารสำหรับเจ้าหน้าที่ สำนักอนามัยสิ่งแวดล้อม กรมอนามัย โดยการสัมภาษณ์พนักงานธุรการขณะทำการตรวจวัดคุณภาพของอากาศครั้งแรกก่อนการจัดวางพลูด่าง

4031899429 BUU iThesis 60920159 thesis / recv: 24062562 14:13:49 / seq: 35

1.4 การเก็บรวบรวมข้อมูลจำนวนกระดาษที่ถ่ายเอกสารและพิมพ์ต่อวันจากเครื่องถ่ายเอกสารและเครื่องพิมพ์

ผู้วิจัยใช้วิธีการเก็บข้อมูลโดยการจดบันทึกการพิมพ์จากเครื่องถ่ายเอกสารทั้ง 2 เครื่อง ซึ่งสามารถสั่งการพิมพ์ข้อมูลออกมาจากตัวเครื่องได้ โดยทำการเก็บจำนวนการถ่ายเอกสารและพิมพ์ในเวลา 8:00-17:00 น. ของทุกวัน จดบันทึกโดยโปรแกรม Number และนำมาหาค่าเฉลี่ยจำนวนการถ่ายเอกสารและพิมพ์ตลอดระยะเวลาการทดลอง



ภาพที่ 7 กำหนดจุดตรวจวัด

จัดวางต้นพลูด่างในอาคาร

ผู้ทำวิจัยเลือกใช้ต้นพลูด่างโตเต็มที่อายุประมาณ 8 เดือน-1 ปี พื้นที่เฉลี่ยของใบทั้ง 2 ด้านประมาณ 3.6-3.9 ตารางเมตรต่อต้น จำนวนใบต่อต้นประมาณ 65 ± 5 ใบ มีความสูงเฉลี่ยประมาณ 25 เซนติเมตรต่อต้น ปลูกในกระถางขนาด 6 นิ้ว ก่อนการใช้งานกระถางทั้งหมดจะถูกหุ้มด้วยกระดาษฟอยล์เพื่อป้องกันตัวแปรกวนต่าง ๆ ต้นพลูด่างทั้งหมดจะถูกเก็บรักษาที่ห้องอุณหภูมิ 25-26 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 2 สัปดาห์ก่อนการทดลอง (Abbass Omed et al., 2017; Torpy & Zavattaro, 2018) จาก Abbass, Sailor, & Gall, 2017 แนะนำค่าเฉลี่ยพื้นที่ใบของต้นพลูด่างต่อปริมาตรห้องคือ 1.9 ตารางเมตรต่ออากาศ 1 ลูกบาศก์เมตร ปริมาตรรวมของพื้นที่ทำการทดลองคือ 257.56 ลูกบาศก์เมตร จึงอาจประมาณได้ว่าการทดลองนี้ ใช้ต้นพลูด่าง 1 ต้นต่อปริมาตร 2 ลูกบาศก์เมตร

4031899429 BUU iThesis 60920159 thesis / recv: 24062562 14:13:49 / seq: 35

ในการทดลองนี้ผู้วิจัยจึงใช้พลูด่างทั้งหมดอย่างน้อย 129 ต้น จัดเรียงแบบ Wall-type เพื่อประหยัดพื้นที่ ไม่กระทบต่อโครงสร้างตึก (Torpy & Zavattaro, 2018) และไม่กีดขวางการทำงาน ในระหว่างการทดลอง

1.5 การตรวจวัดคุณภาพอากาศในอาคารหลังการจัดวางต้นพลูด่าง

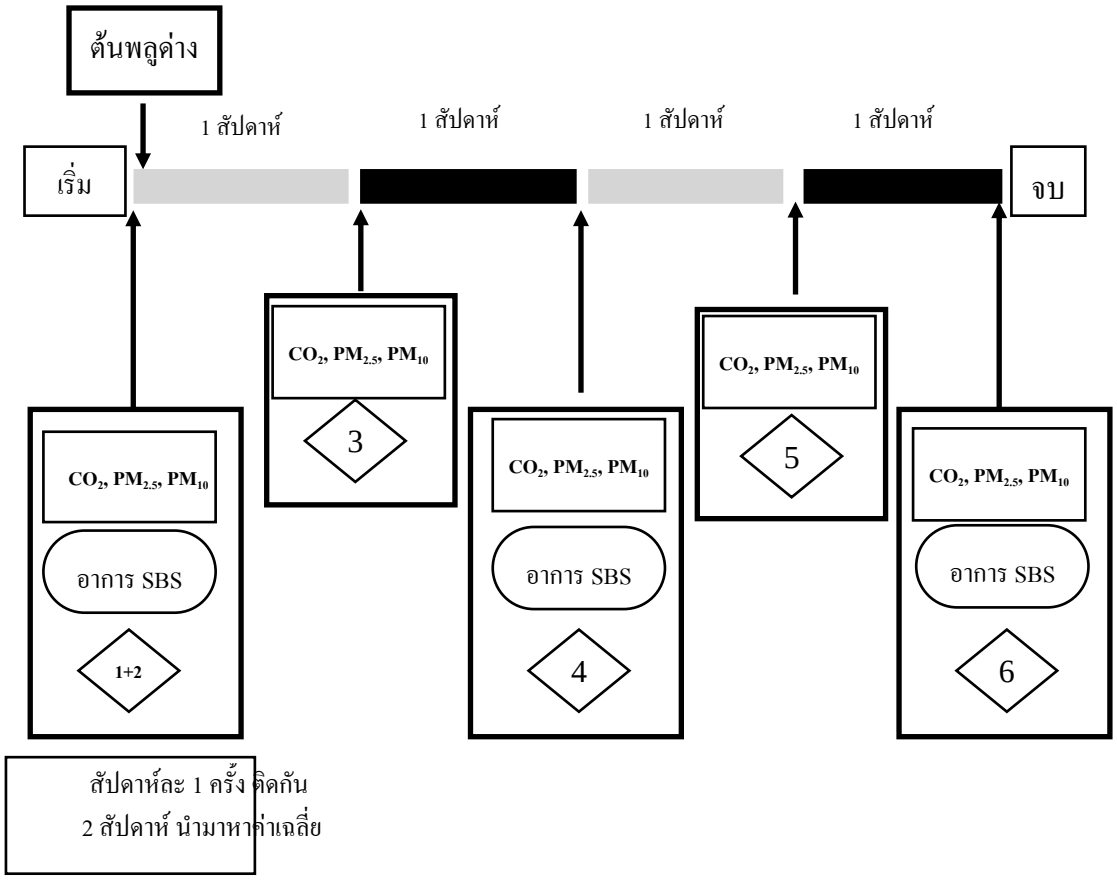
ผู้วิจัยเตรียมความพร้อมของเครื่องมือและดำเนินการตรวจวัดตามขั้นตอนมาตรฐานของเครื่องมือ โดยเก็บข้อมูลความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และอนุภาคแขวนลอยในอากาศหลังการจัดวางต้นพลูด่าง ช่วงกลางสัปดาห์ (วันพฤหัสบดี) ตรวจวัด 8 ชั่วโมงทำงานติดต่อกัน (กรมอนามัย สำนักอนามัยและสิ่งแวดล้อม, 2559) (8:00-17:00) ทุก 1 สัปดาห์ ติดต่อกัน 2 ครั้งรวม 1 เดือน นำมาหาค่าเฉลี่ย ความถี่และความถี่สะสม ของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และอนุภาคแขวนลอยในอากาศของอาคารก่อนการจัดวางต้นพลูด่าง

1.6 การเก็บรวบรวมข้อมูลอาการเจ็บป่วยจากอาคารในพนักงานธุรการหลังการจัดวางต้นพลูด่าง

ใช้แบบสัมภาษณ์กลุ่มอาการเจ็บป่วยจากอาคาร ได้ประยุกต์จาก แบบสอบถามปัญหาสุขภาพของผู้ที่อยู่ในอาคารจากคู่มือการปฏิบัติงาน เพื่อการตรวจประเมินคุณภาพอากาศภายในอาคารสำหรับเจ้าหน้าที่ สำนักอนามัยสิ่งแวดล้อม กรมอนามัย โดยการสัมภาษณ์ผู้เข้าร่วมวิจัยทุก 2 สัปดาห์ เป็นเวลา 2 ครั้ง รวมระยะเวลา 1 เดือนขณะทำการตรวจวัดคุณภาพของอากาศครั้งที่ 3 และครั้งที่ 5 ดังภาพที่ 8 และในตารางที่ 4

4031899429 BUU iThesis 60920159 thesis / recv: 24062562 14:13:49 / seq: 35

การเก็บข้อมูลสรุปได้ดังแผนภาพ
รวมระยะเวลาการทดลองทั้งหมด 1 เดือนครึ่ง



ภาพที่ 8 การเก็บข้อมูล

4031899429 BUU iThesis 60920159 thesis / recv: 24062562 14:13:49 / seq: 35

ตารางที่ 4 การเก็บข้อมูล

ขั้นตอน	สัปดาห์	กิจกรรม	ผู้รับผิดชอบ
ขั้นตอนที่ 1	สัปดาห์ที่ 1	สำรวจพื้นที่สำหรับทำการทดลอง, ชี้แจงการพิทักษ์สิทธิแก่กลุ่มตัวอย่าง	ผู้วิจัย
		การตรวจวัดค่า CO_2, $PM_{2.5}$, PM_{10} ก่อนการทดลอง ทั้ง 3 จุด ที่กำหนดไว้ครั้งที่ 1	
		สัมภาษณ์ข้อมูลทั่วไปและกลุ่มอาการเจ็บป่วยจากอาคารจากกลุ่มตัวอย่างครั้งที่ 1	
		นำแบบสัมภาษณ์ข้อมูลทั่วไปและกลุ่มอาการเจ็บป่วยจากอาคารของกลุ่มตัวอย่างมาแปลผลวิเคราะห์ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลทั่วไปและหาอุบัติการณ์ของกลุ่มอาการเจ็บป่วยจากอาคารก่อนการจัดวางต้นพลูด่าง	
		เก็บข้อมูลปริมาณการพิมพ์จากเครื่องถ่ายเอกสารทั้ง 3 เครื่อง ช่วงเวลา 8:00-17:00 น.ทุกวัน	
	สัปดาห์ที่ 2	การตรวจวัดค่า CO_2, $PM_{2.5}$, PM_{10} ก่อนการทดลองทั้ง 3 จุด ที่กำหนดไว้ครั้งที่ 2	
		เก็บข้อมูลปริมาณการพิมพ์จากเครื่องถ่ายเอกสารทั้ง 3 เครื่อง ช่วงเวลา 8:00-17:00 น.ทุกวัน	
นำค่า CO_2, $PM_{2.5}$, PM_{10} ทั้ง 2 ครั้งที่ได้มาหาค่าเฉลี่ยตลอดระยะการทำงาน 8 ชั่วโมง ก่อนการจัดวางต้นพลูด่างตามแบบแผนที่กำหนดไว้			
ขั้นตอนที่ 2	สัปดาห์ที่ 3	การตรวจวัดค่า CO_2, $PM_{2.5}$, PM_{10} หลังการทดลอง ทั้ง 3 จุด ที่กำหนดไว้ครั้งที่ 3	ผู้วิจัย
		เก็บข้อมูลปริมาณการพิมพ์จากเครื่องถ่ายเอกสารทั้ง 3 เครื่อง ช่วงเวลา 8:00-17:00 น.ทุกวัน	

4031899429 BUU iThesis 60920159 thesis / recv: 24062562 14:13:49 / seq: 35

ตารางที่ 4 (ต่อ)

ขั้นตอน	สัปดาห์	กิจกรรม	ผู้รับผิดชอบ
ขั้นตอนที่ 3	สัปดาห์ที่ 4	การตรวจวัดค่า CO_2, $PM_{2.5}$, PM_{10} ก่อนการทดลอง ทั้ง 3 จุด ที่กำหนดไว้ครั้งที่ 6	ผู้วิจัย
		สัมภาษณ์ข้อมูลทั่วไปและกลุ่มอาการเจ็บป่วยจากอาคารจากกลุ่มตัวอย่างครั้งที่ 2	
		นำแบบสัมภาษณ์ข้อมูลทั่วไปและกลุ่มอาการเจ็บป่วยจากอาคารของกลุ่มตัวอย่างมาแปลผลและหาอุบัติการณ์ของกลุ่มอาการเจ็บป่วยจากอาคาร	
		เก็บข้อมูลปริมาณการพิมพ์จากเครื่องถ่ายเอกสาร ทั้ง 3 เครื่องช่วงเวลา 8:00-17:00 น.ทุกวัน	
ขั้นตอนที่ 4	สัปดาห์ที่ 5	การตรวจวัดค่า CO_2,$PM_{2.5}$,PM_{10} ก่อนการทดลองทั้ง 3 จุด ที่กำหนดไว้ครั้งที่ 5	ผู้วิจัย
		เก็บข้อมูลปริมาณการพิมพ์จากเครื่องถ่ายเอกสาร ทั้ง 3 เครื่องช่วงเวลา 8:00-17:00 น.ทุกวัน	
ขั้นตอนที่ 5	สัปดาห์ที่ 6	การตรวจวัดค่า CO_2, $PM_{2.5}$, PM_{10} ก่อนการทดลอง ทั้ง 3 จุด ที่กำหนดไว้ครั้งที่ 6	ผู้วิจัย
		สัมภาษณ์ข้อมูลทั่วไปและกลุ่มอาการเจ็บป่วยจากอาคารจากกลุ่มตัวอย่างครั้งที่ 3	
		เก็บข้อมูลปริมาณการพิมพ์จากเครื่องถ่ายเอกสาร ทั้ง 3 เครื่อง ช่วงเวลา 8:00-17:00 น. ทุกวัน	

1. นำค่า CO_2,$PM_{2.5}$,PM_{10}ทั้ง 4 ครั้งที่ได้มาหาค่าเฉลี่ยตลอดระยะการทำงาน 8 ชั่วโมง เปรียบเทียบก่อนและหลังการจัดวางพลูด่าง
2. นำสถิติอุบัติการณ์การเกิดกลุ่มอาการเจ็บป่วยจากอาคารเปรียบเทียบก่อนและหลังการจัดวางพลูด่าง
3. นำค่าเฉลี่ยปริมาณ $PM_{2.5}$,PM_{10} และค่าเฉลี่ยปริมาณการพิมพ์ที่ได้มาเปรียบเทียบหาความสัมพันธ์

4031899429 BUU iThesis 60920159 thesis / recv: 24062562 14:13:49 / seq: 35

การพิทักษ์สิทธิกลุ่มตัวอย่าง

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ยื่นขอจริยธรรมการวิจัยจากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมวิจัยในมนุษย์ ก่อนทำการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยผู้วิจัยได้เข้าไปชี้แจงวัตถุประสงค์ของการวิจัย ขั้นตอนการเก็บข้อมูล ระยะเวลาในการเก็บรวบรวมข้อมูล และแจ้งให้กลุ่มตัวอย่างเข้าใจถึงการพิทักษ์สิทธิกลุ่มตัวอย่าง โดยเคารพสิทธิ์ส่วนบุคคลในการเข้าร่วมหรือถอนตัวระหว่างการทำวิจัย ซึ่งจะไม่เกิดผลเสียหายใด ๆ ต่อกลุ่มตัวอย่าง ข้อมูลที่ได้จากการวิจัย จะปกปิดเป็นความลับ การนำเสนอข้อมูลของกลุ่มตัวอย่าง จะนำเสนอในภาพรวม ไม่มีการระบุชื่อหน่วยงาน ชื่อและนามสกุลของกลุ่มตัวอย่าง และกลุ่มตัวอย่างทุกคนยินดีเข้าร่วมในการศึกษาวิจัยได้ลงนามในใบยินยอมเข้าร่วมกลุ่มตัวอย่างด้วยความสมัครใจ

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลจะมีการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป เพื่อทำการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของการวิจัย ดังนี้

1. สถิติเชิงพรรณนา (Discriptive analytical statistics) ใช้หาจำนวนร้อยละ ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เพื่อการวิเคราะห์เกี่ยวกับข้อมูลส่วนบุคคลของกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ เพศ อายุ โรคประจำตัว ประวัติการทำงาน และชั่วโมงการทำงาน

2. ใช้สถิติแบบ Repeated measure ในงานวิจัยนี้มีการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และอนุภาคแขวนลอยในอากาศ และอุบัติการการเกิดกลุ่มอาการเจ็บป่วยจากอาคาร ถูกวัดซ้ำกัน หลายหลายครั้ง (General linear model repeated measure)

4031899429 BUU iThesis 60920159 thesis / recv: 24062562 14:13:49 / seq: 35

4031899429 BUU iThesis 60920159 thesis / recv: 24062562 14:13:49 / seq: 35

บทที่ 4
ผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์คือเพื่อศึกษาประสิทธิผลของต้นพลูด่างในการลดความเข้มข้นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และ อนุภาคแขวนลอยในอากาศในอาคารและกลุ่มอาการเจ็บป่วยจากอาคารของพนักงานธุรการในโรงพยาบาลแห่งหนึ่งของจังหวัดระยอง โดยใช้แบบสัมภาษณ์กลุ่มอาการเจ็บป่วยจากอาคาร ทำการเก็บข้อมูลจากประชากรจำนวน 47 คน และเก็บข้อมูลปริมาณอนุภาคแขวนลอยในอากาศและความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ทำการเก็บข้อมูลในวันที่ 6 มีนาคม ถึง 11 เมษายน พ.ศ. 2562 รวมระยะเวลา 6 สัปดาห์ ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลนำเสนอผลงานวิจัยและแปลความหมายตามลำดับดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับปัจจัยส่วนบุคคลของผู้ตอบแบบสัมภาษณ์

ตอนที่ 2 ผลการตรวจวัดความเข้มข้นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และอนุภาคแขวนลอยในอากาศในอาคารก่อนการจัดวางต้นพลูด่างแยกตามชั่วโมงทำงาน

ตอนที่ 3 ผลการตรวจวัดความเข้มข้นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และอนุภาคแขวนลอยในอากาศในอาคารหลังการจัดวางต้นพลูด่างแยกตามชั่วโมงทำงาน

ตอนที่ 4 ผลการทดสอบสมมุติฐานเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างความเข้มข้นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และอนุภาคแขวนลอยในอากาศในอาคารก่อนและหลังการจัดวางต้นพลูด่าง

ตอนที่ 5 ผลการสัมภาษณ์กลุ่มอาการเจ็บป่วยจากอาคารของพนักงานธุรการก่อนการจัดวางต้นพลูด่าง

ตอนที่ 6 ผลการสัมภาษณ์กลุ่มอาการเจ็บป่วยจากอาคารของพนักงานธุรการหลังการจัดวางต้นพลูด่าง

ตอนที่ 7 ผลการทดสอบสมมุติฐานเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มอาการเจ็บป่วยจากอาคารก่อนและหลังการจัดวางต้นพลูด่าง

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับปัจจัยส่วนบุคคลของผู้ตอบแบบสัมภาษณ์

จากการสัมภาษณ์พนักงานธุรการจำนวน 47 คน พบว่า เป็นพนักงานหญิง ร้อยละ 97.9 พนักงานชาย ร้อยละ 2.1 ช่วงอายุที่มากที่สุดคือ 20-29 ปี ร้อยละ 66.0 ประวัติการทำงานที่มีความถี่สูงสุดคือ 1-3 ปี ชั่วโมงการทำงานเฉลี่ยคือ 7.9 ชั่วโมงต่อวัน พนักงานไม่มีโรคประจำตัว ร้อยละ 85.1 พนักงานที่มีโรคประจำตัวที่ไม่ได้เกี่ยวข้องกับการวินิจฉัยกลุ่มอาการเจ็บป่วยจากอาคาร

ร้อยละ 14.9 ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 จำนวนและร้อยละของพนักงานธุรการจำแนกตามข้อมูลส่วนบุคคล

ข้อมูลส่วนบุคคล (n = 47)	จำนวน	ร้อยละ
เพศ		
ชาย	1	2.1
หญิง	46	97.9
อายุ (ปี)		
20-29	31	66.0
30-39	11	23.4
40-49	5	10.6
Mean ± SD = 29.34 ± 7.194 Min = 21 Max = 47		
โรคประจำตัว		
มีโรคประจำตัว กำลังรักษา	4	8.5
มีโรคประจำตัว ไม่ได้รักษา	3	6.4
ไม่มีโรคประจำตัว	40	85.1
ประวัติการทำงาน (ปี)		
3-12	21	44.7
13-36	14	30.4
37-60	1	2.2
> 60	10	21.7
Mean ± SD = 36.2 ± 41.5 Min = 3 Max = 180		
ชั่วโมงการทำงานต่อวันที่เกี่ยวข้องกับการจัดพิมพ์		
Mean ± SD = 7.9 ± 2.7 Min = 1 Max = 12		

ตอนที่ 2 ผลการตรวจวัดความเข้มข้นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และอนุภาคแขวนลอยในอากาศในอาคารก่อนการจัดวางต้นพลูด่างแยกตามชั่วโมงทำงาน

ผลตรวจวัดคุณภาพอากาศภายในอาคารก่อนการจัดวางพลูด่างบริเวณพื้นที่ A และพื้นที่ Bพบว่า ในบริเวณพื้นที่ A มีค่าเฉลี่ยของ $PM_{2.5}$ และ PM_{10} เท่ากับ 29.6 $\mu g/m^3$ และ 46.0 $\mu g/m^3$

4031899429 BUU iThesis 60920159 thesis / recv: 24062562 14:13:49 / seq: 35

โดยมีค่าสูงกว่าในพื้นที่ B ซึ่งมีค่าเฉลี่ยของ $PM_{2.5}$ และ PM_{10} เท่ากับ 17.6 µg/m^3 และ 36.9 µg/m^3 ในทางกลับกัน พื้นที่ B กลับมีค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูงกว่าพื้นที่ A โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 755 ppm และ 896 ppm ตามลำดับดังตารางที่ 6 และ 7

ตารางที่ 6 ผลการตรวจวัดความเข้มข้นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และอนุภาคแขวนลอยในอากาศในอาคารก่อนการจัดวางต้นพลูด่าง แยกตามชั่วโมงทำงานในบริเวณพื้นที่ A

ชั่วโมงการทำงาน	**เครื่องที่ 1-2 (พื้นที่ A)**		
	$PM_{2.5}$ (µg/m^3)	**PM_{10} (µg/m^3)**	**CO_2 (ppm)**
7:00-8:00	10	11	689
8:01-9:00	31	69	788
9:01-10:00	24	39	861
10:01-11:00	32	36	837
11:01-12:00	68	79	797
12:01-13:00	33	40	743
13:01-14:00	18	33	658
14:01-15:00	25	54	587
15:01-16:00	25	53	566
	Mean ± SD = 29.5 ± 16.1	Mean ± SD = 46.0 ± 20.3	Mean±SD = 725.1±106.4
	Min = 10	Min = 11	Min = 566
	Max = 68	Max = 79	Max = 861

4031899429 BUU iThesis 60920159 thesis / recv: 24062562 14:13:49 / seq: 35

ตารางที่ 7 ผลการตรวจวัดความเข้มข้นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และอนุภาคแขวนลอยในอากาศในอาคารก่อนการจัดวางต้นพลูด่าง แยกตามชั่วโมงทำงานในบริเวณพื้นที่ B

ชั่วโมงการทำงาน	เครื่องที่ 3-4 (พื้นที่ B)		
	$PM_{2.5}$ (µg/m^3)	PM_{10} (µg/m^3)	CO_2 (ppm)
7:00-8:00	11	23	773
8:01-9:00	23	21	991
9:01-10:00	25	36	992
10:01-11:00	16	32	944
11:01-12:00	12	40	920
12:01-13:00	25	39	829
13:01-14:00	19	44	1002
14:01-15:00	12	39	755
15:01-16:00	15	58	827
	Mean ± SD = 17.5 ± 5.6	Mean ± SD = 36.9 ± 11.1	Mean ± SD = 892.5 ± 97.8
	Min = 11	Min = 21	Min = 755
	Max = 25	Max = 58	Max = 1002

ตอนที่ 3 ผลตรวจวัดความเข้มข้นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และอนุภาคแขวนลอยในอากาศในแผนกธุรการหลังการจัดวางต้นพลูด่างแยกตามชั่วโมงทำงาน

ผลตรวจวัดคุณภาพอากาศภายในอาคารหลังการจัดวางพลูด่างบริเวณพื้นที่ A และพื้นที่ B พบว่า ในบริเวณพื้นที่ A มีค่าเฉลี่ยของ $PM_{2.5}$ ในสัปดาห์ที่ 1, 2, 3 และ 4 เท่ากับ 11.7 µg/m^3, 11.6 µg/m^3, 13.2 µg/m^{3}และ 13.1 µg/m^3 และ PM_{10} ในสัปดาห์ที่ 1, 2, 3 และ 4 เท่ากับ 13.3µg/m^3, 13.2 µg/m^3, 14.7 µg/m^{3}และ 14.5 µg/m^3 ตามลำดับ โดยมีค่าสูงกว่าในพื้นที่ B ซึ่งมีค่าเฉลี่ยของ $PM_{2.5}$ ในสัปดาห์ที่ 1, 2, 3 และ 4 เท่ากับ 8.0 µg/m^3, 8.4 µg/m^3, 5.6 µg/m^{3}และ 5.5 µg/m^3 และ PM_{10} ในสัปดาห์ที่ 1, 2, 3 และ 4 เท่ากับ 8.8 µg/m^3, 9.2 µg/m^3, 5.8 µg/m^{3}และ 6.1 µg/m^3 ในทางกลับกันพื้นที่ B กลับมีค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูงกว่าพื้นที่ A โดยพื้นที่ A มีค่าเฉลี่ย ในสัปดาห์ที่ 1, 2, 3 และ 4 อยู่ที่ 672.7 ppm, 657.8 ppm, 556.4 ppm และ 536.4 ppm และพื้นที่ B มีค่าเฉลี่ย ในสัปดาห์ที่ 1, 2, 3 และ 4 อยู่ที่ 748.2 ppm, 645.2 ppm, 690.3 ppm และ 700.0 ppm ตามลำดับ ดังตารางที่ 8

4031899429 BUU iThesis 60920159 thesis / recv: 24062562 14:13:49 / seq: 35

ตารางที่ 8 ผลตรวจวัดความเข้มข้นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และอนุภาคแขวนลอยในอากาศในแผนกธุรการหลังการจัดวางต้นพลูด่างพื้นที่ A แยกตามชั่วโมงงาน

ชั่วโมงการทำงาน	เครื่องที่ 1-2 (พื้นที่ A)											
	$PM_{2.5}$ ($\mu g/m^3$) ครั้งที่ 1	$PM_{2.5}$ ($\mu g/m^3$) ครั้งที่ 2	$PM_{2.5}$ ($\mu g/m^3$) ครั้งที่ 3	$PM_{2.5}$ ($\mu g/m^3$) ครั้งที่ 4	PM_{10} ($\mu g/m^3$) ครั้งที่ 1	PM_{10} ($\mu g/m^3$) ครั้งที่ 2	PM_{10} ($\mu g/m^3$) ครั้งที่ 3	PM_{10} ($\mu g/m^3$) ครั้งที่ 4	CO_2 (ppm) ครั้งที่ 1	CO_2 (ppm) ครั้งที่ 2	CO_2 (ppm) ครั้งที่ 3	CO_2 (ppm) ครั้งที่ 4
7:00- 8:00	16	14	14	14	19	16	16	14	421	462	509	397
8:01- 9:00	14	11	14	13	16	14	15	15	500	514	563	420
9:01- 10:00	10	9	13	13	11	12	15	14	688	600	589	458
10:01- 11:00	8	8	13	13	11	9	15	15	745	646	572	523
11:01- 12:00	9	10	13	13	10	11	15	14	765	690	516	565
12:01- 13:00	10	12	13	13	11	13	14	14	727	738	533	600
13:01- 14:00	12	13	13	13	13	14	15	15	726	752	563	645
14:01- 15:00	13	14	13	13	14	15	14	15	753	769	574	615
15:01- 16:00	14	14	13	13	15	15	14	15	730	750	589	605
	Mean ± SD = 11.77 ± 2.68	Mean ± SD =11.66 ± 2.29	Mean ± SD =13.22 ± 0.44	Mean ± SD =13.11 ±0.33	Mean ± SD = 13.33 ±2.95	Mean ± SD =13.22 ±2.23	Mean ± SD =14.77 ±0.66	Mean ± SD =14.55 ±0.52	Mean ± SD = 672.77± 123.83	Mean ± SD =657.88±1 11.63	Mean ± SD =556.44 ±29.98	Mean ± SD =536.44± 91.41
	Min= 8 Max= 16	Min=8 Max=14	Min =13 Max =14	Min=13 Max=14	Min= 10 Max= 119	Min=9 Max=16	Min =14 Max =16	Min=14 Max=15	Min=421 Max=765	Min=462 Max=769	Min=509 Max=589	Min=397 Max=645

4031899429 BUU iThesis 60920159 thesis / recv: 24062562 14:13:49 / seq: 35

ตารางที่ 9 ผลตรวจวัดความเข้มข้นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และอนุภาคแขวนลอยในอากาศในแผนกธุรการ หลังการจัดวางต้นพลูด่างพื้นที่ B แยกตามชั่วโมงงาน

ชั่วโมงการทำงาน	เครื่องที่ 3-4 (พื้นที่ B)											
	$PM_{2.5}$ ($\mu g/m^3$) ครั้งที่ 1	$PM_{2.5}$ ($\mu g/m^3$) ครั้งที่ 2	$PM_{2.5}$ ($\mu g/m^3$) ครั้งที่ 3	$PM_{2.5}$ ($\mu g/m^3$) ครั้งที่ 4	PM_{10} ($\mu g/m^3$) ครั้งที่ 1	PM_{10} ($\mu g/m^3$) ครั้งที่ 2	PM_{10} ($\mu g/m^3$) ครั้งที่ 3	PM_{10} ($\mu g/m^3$) ครั้งที่ 4	CO_2 (ppm) ครั้งที่ 1	CO_2 (ppm) ครั้งที่ 2	CO_2 (ppm) ครั้งที่ 3	CO_2 (ppm) ครั้งที่ 4
7:00-8:00	6	6	5	5	7	7	5	5	521	435	635	612
8:01-9:00	6	7	5	5	7	7	5	6	675	537	587	596
9:01-10:00	7	8	6	5	7	9	6	6	797	748	622	662
10:01-11:00	8	8	6	6	9	9	6	6	813	756	654	722
11:01-12:00	9	9	6	6	10	9	6	6	897	769	707	701
12:01-13:00	9	9	6	6	10	10	6	6	895	752	677	738
13:01-14:00	9	9	6	6	10	10	6	7	923	772	778	775
14:01-15:00	9	10	6	6	10	11	7	7	602	527	783	769
15:01-16:00	9	10	5	5	10	11	6	6	611	511	770	730
	Mean±SD =8.0±1.32 Min =6 Max =9	Mean± SD =8.44± 1.33 Min =6 Max =10	Mean± SD =5.66 ±0.50 Min =5 Max =6	Mean± SD =5.55± 0.52 Min =5 Max =6	Mean±SD =8.88±1.45 Min =7 Max =10	Mean± SD =9.22± 1.48 Min =7 Max =11	Mean± SD =5.88 ±0.60 Min =5 Max =7	Mean± SD =6.11± 0.60 Min =5 Max =7	Mean±SD =748.22 ±149.16 Min=521 Max=923	Mean± SD =645.22 ± 138.53 Min = 462 Max =772	Mean± SD =690 ±73.147 Min=587 Max=783	Mean±SD =700± 64.43 Min=596 Max=775

4031899429 BUU iThesis 60920159 thesis / recv: 24062562 14:13:49 / seq: 35

ตอนที่ 4 ผลการทดสอบสมมุติฐานเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างความเข้มข้นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และ อนุภาคแขวนลอยในอากาศในอาคารก่อนและหลังการจัดวางต้นพลูด่าง

พื้นที่ A ผลที่ได้ปรากฏว่า เมื่อเปรียบเทียบปริมาณอนุภาคแขวนลอยในอากาศขนาด 2.5 ไมครอน ก่อนการจัดวางพลูด่างและหลังจัดวางพลูด่างในสัปดาห์ที่ 1, 2, 3 และ 4 พบว่า มีความแตกต่างกันมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (p = 0.018, 0.015, 0.017 และ 0.016 ตามลำดับ) และเปรียบเทียบปริมาณอนุภาคแขวนลอยในอากาศขนาด 10 ไมครอนก่อนการจัดวางพลูด่างและหลังจัดวางพลูด่างในสัปดาห์ที่ 1, 2, 3 และ 4 พบว่า มีความแตกต่างกันมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 (p = 0.002) แต่เมื่อเปรียบเทียบค่าปริมาณอนุภาคแขวนลอยในอากาศระหว่างสัปดาห์ที่ 1, 2, 3 และ 4 กันเอง พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเปรียบเทียบค่าความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ก่อนและหลังการจัดวางพลูด่างพบว่า ค่าความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ระหว่างก่อนการจัดวางพลูด่างกับค่าความเข้มข้นในสัปดาห์ที่ 3 และ 4 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (p = 0.020 และ 0.010 ตามลำดับ) และเมื่อเปรียบเทียบความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์หลังการจัดวางต้นพลูด่างระหว่างสัปดาห์ที่ 1-4 กันเอง พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (p = 0.017, 0.000, 0.021 และ 0.000) ตามลำดับ ยกเว้น การเปรียบเทียบหลังการจัดวางต้นพลูด่างในสัปดาห์ที่ 1 กับ 2 และหลังการจัดวางต้นพลูด่างในสัปดาห์ที่ 3 กับ 4 ไม่มีความแตกต่างกัน

พื้นที่ B ผลที่ได้ปรากฏว่า เมื่อเปรียบเทียบปริมาณอนุภาคแขวนลอยในอากาศขนาด 2.5 ไมครอนก่อนการจัดวางพลูด่างและหลังจัดวางพลูด่างในสัปดาห์ที่ 1, 2, 3 และ 4 พบว่า มีความแตกต่างกันมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 (p = 0.001, 0.002, 0.000 และ 0.000 ตามลำดับ) และเปรียบเทียบปริมาณอนุภาคแขวนลอยในอากาศขนาด 10 ไมครอนก่อนการจัดวางพลูด่างและหลังจัดวางพลูด่างในสัปดาห์ที่ 1, 2, 3 และ 4 พบว่า มีความแตกต่างกันมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 (p-value = 0.000) เมื่อเปรียบเทียบค่าความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ก่อนและหลังการจัดวางพลูด่างพบว่า ค่าความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ระหว่างก่อนกับหลังการจัดวางต้นพลูด่างมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 (p = 0.006, 0.000, 0.003 และ 0.002 ตามลำดับ) แต่เมื่อเปรียบเทียบค่าความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในสัปดาห์ที่ 1, 2, 3 และ 4 กันเอง พบว่า หลังการจัดวางต้นพลูด่างในสัปดาห์ที่ 1 กับ 2 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 (p = 0.000) แต่ในสัปดาห์อื่น ๆ ไม่มีความแตกต่างกัน ดังตารางที่ 10 และตารางที่ 11

4031899429 BUU iThesis 60920159 thesis / recv: 24062562 14:13:49 / seq: 35

ตารางที่ 10 ผลการทดสอบสมมุติฐานเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างความเข้มข้นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และ อนุภาคแขวนลอยในอากาศในอาคารก่อนและหลังการจัดวางต้นพลูด่าง พื้นที่ A

ข้อมูล		Mean Difference	Std. Error	Sig.	95% CL	
					Lower	Upper
$PM_{2.5}$ ก่อนการจัดวางพลูด่างกับ	$PM_{2.5}$ หลังการจัดวางสัปดาห์ที่ 1	17.778	5.5967	0.018	4.018	31.538
	$PM_{2.5}$ หลังการจัดวางสัปดาห์ที่ 2	17.889	5.784	0.015	4.551	31.227
	$PM_{2.5}$ หลังการจัดวางสัปดาห์ที่ 3	16.333	5.431	0.017	3.809	28.858
	$PM_{2.5}$ หลังการจัดวางสัปดาห์ที่ 4	16.444	5.434	0.016	3.913	28.976
$PM_{2.5}$ หลังการจัดวางสัปดาห์ที่ 1 กับ	$PM_{2.5}$ หลังการจัดวางสัปดาห์ที่ 2	0.111	0.539	0.842	-1.131	1.353
	$PM_{2.5}$ หลังการจัดวางสัปดาห์ที่ 3	-1.444	0.801	0.109	-3.292	0.403
	$PM_{2.5}$ หลังการจัดวางสัปดาห์ที่ 4	-1.333	0.833	0.148	-3.255	0.588
$PM_{2.5}$ หลังการจัดวางสัปดาห์ที่ 2 กับ	$PM_{2.5}$ หลังการจัดวางสัปดาห์ที่ 3	-1.556	0.747	0.071	-3.279	0.168
	$PM_{2.5}$ หลังการจัดวางสัปดาห์ที่ 4	-1.444	0.729	0.083	-3.125	0.236
$PM_{2.5}$ หลังการจัดวางสัปดาห์ที่ 3 กับ	$PM_{2.5}$ หลังการจัดวางสัปดาห์ที่ 4	0.111	0.111	0.347	-0.145	0.367

4031899429 BUU iThesis 60920159 thesis / recv: 24062562 14:13:49 / seq: 35

ตารางที่ 10 (ต่อ)

ข้อมูล		Mean Difference	Std. Error	Sig.	95% CL	
					Lower	Upper
PM_{10} ก่อนการจัดวางพลูด่างกับ	PM_{10} หลังการจัดวางสัปดาห์ที่ 1	32.667	7.192	0.002	16.082	49.251
	PM_{10} หลังการจัดวางสัปดาห์ที่ 2	32.778	6.990	0.002	16.660	48.896
	PM_{10} หลังการจัดวางสัปดาห์ที่ 3	320222	6.873	0.002	15.372	47.072
	PM_{10} หลังการจัดวางสัปดาห์ที่ 4	31.444	6.752	0.002	15.875	47.014
PM_{10} หลังการจัดวางสัปดาห์ที่ 1 กับ	PM_{10} หลังการจัดวางสัปดาห์ที่ 2	0.111	0.588	0.855	-1.245	1.467
	PM_{10} หลังการจัดวางสัปดาห์ที่ 3	-1.444	0.930	0.159	-3.588	0.699
	PM_{10} หลังการจัดวางสัปดาห์ที่ 4	-1.222	0.969	0.243	-3.456	1.011
PM_{10} หลังการจัดวางสัปดาห์ที่ 2 กับ	PM_{10} หลังการจัดวางสัปดาห์ที่ 3	-1.556	0.784	0.082	-3.363	0.252
	PM_{10} หลังการจัดวางสัปดาห์ที่ 4	-1.333	0.745	0.111	-3.052	0.385
PM_{10} หลังการจัดวางสัปดาห์ที่ 3 กับ	PM_{10} หลังการจัดวางสัปดาห์ที่ 4	0.222	0.324	0.512	-0.525	0.969
CO_2 ก่อนการจัดวางพลูด่างกับ	CO_2 หลังการจัดวางสัปดาห์ที่ 1	52.333	56.380	0.380	-77.680	182.346
	CO_2 หลังการจัดวางสัปดาห์ที่ 2	67.222	62.119	0.311	-76.023	210.468
	CO_2 หลังการจัดวางสัปดาห์ที่ 3	168.667	38.003	0.002	81.033	256.301

4031899429 BUU iThesis 60920159 thesis / recv: 24062562 14:13:49 / seq: 35

ตารางที่ 10 (ต่อ)

ข้อมูล		Mean Difference	Std. Error	Sig.	95% CL	
					Lower	Upper
CO2 ก่อนการจัดวางพลูด่างกับ (ต่อ)	CO_2 หลังการจัดวางสัปดาห์ที่ 4	188.667	57.504	0.011	56.062	321.271
CO_2 หลังการจัดวางสัปดาห์ที่ 1 กับ	CO_2 หลังการจัดวางสัปดาห์ที่ 2	14.889	18.448	0.443	-27.653	57.431
	CO_2หลังการจัดวางสัปดาห์ที่ 3	116.333	38.689	0.017	27.117	205.549
	CO_2 หลังการจัดวางสัปดาห์ที่ 4	136.333	23.345	0.000	82.500	190.166
CO_2 หลังการจัดวางสัปดาห์ที่ 2 กับ	CO_2 หลังการจัดวางสัปดาห์ที่ 3	101.444	35.268	0.021	20.116	182.773
	CO_2 หลังการจัดวางสัปดาห์ที่ 4	121.444	9.483	0.000	99.578	143.311
CO_2 หลังการจัดวางสัปดาห์ที่ 3 กับ	CO_2 หลังการจัดวางสัปดาห์ที่ 4	20.0	29.932	0.523	-49.023	89.023

4031899429 BUU iThesis 60920159 thesis / recv: 24062562 14:13:49 / seq: 35

ตารางที่ 11 ผลการทดสอบสมมุติฐานเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างความเข้มข้นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และ อนุภาคแขวนลอยในอากาศในอาคารก่อนและหลังการจัดวางต้นพลูด่าง พื้นที่ B

ข้อมูล		Mean Difference	Std. Error	Sig.	95% CL	
					Lower	Upper
$PM_{2.5}$ ก่อนการจัดวางพลูด่างกับ	$PM_{2.5}$ หลังการจัดวางสัปดาห์ที่ 1	9.556	2.008	0.001	4.926	14.185
	$PM_{2.5}$ หลังการจัดวางสัปดาห์ที่ 2	9.111	1.975	0.002	4.556	13.666
	$PM_{2.5}$ หลังการจัดวางสัปดาห์ที่ 3	11.889	1.867	0.000	4.584	16.194
	$PM_{2.5}$ หลังการจัดวางสัปดาห์ที่ 4	12.0	1.9222	0.000	7.568	16.432
	$PM_{2.5}$ หลังการจัดวางสัปดาห์ที่ 2	-0.444	0.176	0.035	-0.850	-0.039
$PM_{2.5}$ หลังการจัดวางสัปดาห์ที่ 1 กับ	$PM_{2.5}$ หลังการจัดวางสัปดาห์ที่ 3	2.333	0.373	0.000	1.474	3.193
	$PM_{2.5}$ หลังการจัดวางสัปดาห์ที่ 4	2.444	0.338	0.000	1.665	3.224
$PM_{2.5}$หลังการจัดวางสัปดาห์ที่ 2 กับ	$PM_{2.5}$หลังการจัดวางสัปดาห์ที่ 3	2.778	0.401	0.000	1.854	3.702
	$PM_{2.5}$หลังการจัดวางสัปดาห์ที่ 4	2.889	0.389	0.000	1.992	3.786
$PM_{2.5}$ หลังการจัดวางสัปดาห์ที่ 3 กับ	$PM_{2.5}$ หลังการจัดวางสัปดาห์ที่ 4	0.111	0.111	0.347	0.145	0.367

4031899429 BUU iThesis 60920159 thesis / recv: 24062562 14:13:49 / seq: 35

ตารางที่ 11 (ต่อ)

ข้อมูล		Mean Difference	Std. Error	Sig.	95% CL	
					Lower	Upper
PM_{10} ก่อนการจัดวางพลูด่างกับ	PM_{10} หลังการจัดวางสัปดาห์ที่ 1	28.0	3.350	0.000	20.275	35.725
	PM_{10} หลังการจัดวางสัปดาห์ที่ 2	27.667	3.274	0.000	20.116	35.218
	PM_{10} หลังการจัดวางสัปดาห์ที่ 3	31.0	3.582	0.000	22.739	39.261
	PM_{10} หลังการจัดวางสัปดาห์ที่ 4	30.778	3.616	0.000	22.439	39.117
PM_{10}หลังการจัดวางสัปดาห์ที่ 1 กับ	PM_{10} หลังการจัดวางสัปดาห์ที่ 2	-0.333	0.289	0.282	-0.999	0.332
	PM_{10} หลังการจัดวางสัปดาห์ที่ 3	3.00	0.373	0.000	2.141	3.859
	PM_{10} หลังการจัดวางสัปดาห์ที่ 4	2.778	0.401	0.000	1.854	3.702
PM_{10} หลังการจัดวางสัปดาห์ที่ 2 กับ	PM_{10} หลังการจัดวางสัปดาห์ที่ 3	3.333	0.333	0.000	2.565	4.102
	PM_{10} หลังการจัดวางสัปดาห์ที่ 4	3.111	0.389	0.000	2.214	4.008
PM_{10} หลังการจัดวางสัปดาห์ที่ 3 กับ	PM_{10} หลังการจัดวางสัปดาห์ที่ 4	-0.222	0.147	0.169	-0.561	0.117
CO_2 ก่อนการจัดวางพลูด่างกับ	CO_2 หลังการจัดวางสัปดาห์ที่ 1	1440333	39.484	0.006	53.283	235.384
	CO_2 หลังการจัดวางสัปดาห์ที่ 2	247.333	36.921	0.000	162.194	332.473
	CO_2หลังการจัดวางสัปดาห์ที่ 3	202.222	46.830	0.003	94.233	340.212

4031899429 BUU iThesis 60920159 thesis / recv: 24062562 14:13:49 / seq: 35

ตารางที่ 11 (ต่อ)

ข้อมูล		Mean Difference	Std. Error	Sig.	95% CL	
					Lower	Upper
CO_2 ก่อนการจัดวางพลูด่างกับ (ต่อ)	CO_2 หลังการจัดวางสัปดาห์ที่ 4	192.0	41.788	0.002	95.636	288.364
CO_2 หลังการจัดวางสัปดาห์ที่ 1 กับ	CO_2 หลังการจัดวางสัปดาห์ที่ 2	103.0	12.839	0.000	73.394	132.606
	CO_2 หลังการจัดวางสัปดาห์ที่ 3	57.883	53.900	0.314	-66.405	182.183
	CO_2 หลังการจัดวางสัปดาห์ที่ 4	47.667	450277	0.323	-56.741	152.075
CO_2 หลังการจัดวางสัปดาห์ที่ 2 กับ	CO_2 หลังการจัดวางสัปดาห์ที่ 3	-45.111	51.719	0.408	-164.375	74.152
	CO_2 หลังการจัดวางสัปดาห์ที่ 4	-55.333	42.025	0.224	-152.243	41.577
CO_2 หลังการจัดวางสัปดาห์ที่ 3 กับ	CO_2 หลังการจัดวางสัปดาห์ที่ 4	-10.222	12.614	0.441	-39.309	18.865

ตอนที่ 5 ผลสัมภาษณ์กลุ่มอาการเจ็บป่วยจากอาคารของพนักงานธุรการก่อนการจัดวางต้นพลูด่าง

จากการสัมภาษณ์กลุ่มอาการเจ็บป่วยจากอาคารพบว่า พนักงานธุรการมีอาการต่าง ๆ ในกลุ่มอาการเจ็บป่วยจากอาคารจำนวน 42 คน (87.2%) กลุ่มอาการเจ็บป่วยจากอาคารที่พบมากที่สุดคือทุกกลุ่มอาการ โดยมีอาการกลุ่มอาการระคายเคืองตาและกลุ่มอาการปวดศีรษะ, มึนงง, เมื่อยล้าและกลุ่มอาการคัดจมูกและกลุ่มอาการทางลำคอและทางเดินหายใจจำนวน 13 คน (27.7%) กลุ่มอาการระคายเคืองตาเพียงอย่างเดียวและกลุ่มอาการปวดศีรษะ, มึนงง, เมื่อยล้าจำนวน 6 คน เท่ากัน (12.8%) เป็นอันดับสองดังตารางที่ 12

4031899429 BUU iThesis 60920159 thesis / recv: 24062562 14:13:49 / seq: 35

ตารางที่ 12 ผลการสัมภาษณ์กลุ่มอาการเจ็บป่วยจากอาคารของพนักงานธุรการหลังการจัดวางต้นพลูด่าง

กลุ่มอาการเจ็บป่วยจากอาคาร	n (%)	อันดับ
ไม่มีอาการในกลุ่มใดเลย	5 (10.6)	3
กลุ่มอาการระคายเคืองตาและกลุ่มอาการปวดศีรษะ มึนงง เมื่อยล้า	6 (12.7)	2
กลุ่มอาการระคายเคืองตาและกลุ่มอาการปวดศีรษะ, มึนงง, เมื่อยล้าและกลุ่มอาการคัดจมูก	4 (8.5)	4
กลุ่มอาการปวดศีรษะ มึนงง เมื่อยล้าเพียงอย่างเดียว	2 (4.2)	5
กลุ่มอาการคัดจมูกและกลุ่มอาการปวดศีรษะ มึนงง เมื่อยล้า	1 (2.1)	6
กลุ่มอาการคัดจมูกเพียงอย่างเดียว	1(2.1)	6
กลุ่มอาการลำคอและทางเดินหายใจเพียงอย่างเดียว	2 (4.2)	5
กลุ่มอาการคัดจมูกและกลุ่มอาการลำคอและทางเดินหายใจ	0 (0.0)	-
กลุ่มอาการคัดจมูกและกลุ่มอาการลำคอและทางเดินหายใจและกลุ่มอาการปวดศีรษะ, มึนงง, เมื่อยล้า	1 (2.1)	6
กลุ่มอาการคัดจมูกและกลุ่มอาการระคายเคืองตา	0 (0.0)	-
กลุ่มอาการลำคอและทางเดินหายใจและกลุ่มอาการระคายเคืองตา	2 (4.2)	5
กลุ่มอาการระคายเคืองตาเพียงอย่างเดียว	6 (12.7)	2
กลุ่มอาการลำคอและทางเดินหายใจและกลุ่มอาการปวดศีรษะ มึนงง เมื่อยล้าและกลุ่มอาการระคายเคืองตา	2 (4.2)	5
กลุ่มอาการลำคอและทางเดินหายใจและกลุ่มอาการคัดจมูกและกลุ่มอาการระคายเคืองตา	2 (4.2)	5
กลุ่มอาการระคายเคืองตาและกลุ่มอาการทางลำคอและทางเดินหายใจ	0 (0.0)	-
กลุ่มอาการปวดศีรษะ, มึนงง, เมื่อยล้า และกลุ่มอาการทางลำคอและทางเดินหายใจ	0 (0.0)	-
กลุ่มอาการระคายเคืองตา และกลุ่มอาการปวดศีรษะ, มึนงง, เมื่อยล้าและกลุ่มอาการคัดจมูกและกลุ่มอาการทางลำคอและทางเดินหายใจ	13 (27.6)	1
รวม	47 (100.0)	-

4031899429 BUU iThesis 60920159 thesis / recv: 24062562 14:13:49 / seq: 35

ตอนที่ 6 ผลการสัมภาษณ์กลุ่มอาการเจ็บป่วยจากอาคารของพนักงานธุรการหลังการจัดวางต้นพลูด่าง

ผลสัมภาษณ์ ครั้งที่ 1

ภายหลังการจัดวางต้นพลูด่างผลการสัมภาษณ์กลุ่มอาการเจ็บป่วยจากอาคาร ครั้งที่ 1 พบว่า พนักงานธุรการมีอาการต่าง ๆ ในกลุ่มอาการเจ็บป่วยจากอาคารจำนวน 28 คน (59.6%) กลุ่มอาการเจ็บป่วยจากอาคารที่พบมากที่สุดคือกลุ่มอาการระคายเคืองตาเพียงอย่างเดียวจำนวน 7 คน (14.9%) มีอาการกลุ่มอาการระคายเคืองตาและกลุ่มอาการปวดศีรษะ มึนงง เมื่อยล้าจำนวน 4 คนและกลุ่มอาการคัดจมูกและกลุ่มอาการระคายเคืองตาจำนวน 4 คนเท่ากัน (8.5%) เป็นอันดับสองดังตาราง 13

ตารางที่ 13 ผลการสัมภาษณ์กลุ่มอาการเจ็บป่วยจากอาคารของพนักงานธุรการหลังการจัดวางต้นพลูด่างครั้งที่ 1

กลุ่มอาการเจ็บป่วยจากอาคาร	n (%)	อันดับ
ไม่มีอาการในกลุ่มใดเลย	19 (40.4)	1
กลุ่มอาการระคายเคืองตาและกลุ่มอาการปวดศีรษะ มึนงง เมื่อยล้า	4 (8.5)	3
กลุ่มอาการระคายเคืองตาและกลุ่มอาการปวดศีรษะ, มึนงง, เมื่อยล้าและกลุ่มอาการคัดจมูก	2 (4.3)	5
กลุ่มอาการปวดศีรษะ มึนงง เมื่อยล้าเพียงอย่างเดียว	2 (4.3)	5
กลุ่มอาการคัดจมูกและกลุ่มอาการปวดศีรษะ มึนงง เมื่อยล้า	1 (2.1)	6
กลุ่มอาการคัดจมูกเพียงอย่างเดียว	0 (0.0)	-
กลุ่มอาการลำคอและทางเดินหายใจเพียงอย่างเดียว	0 (0.0)	-
กลุ่มอาการคัดจมูกและกลุ่มอาการลำคอและทางเดินหายใจ	1 (2.1)	6
กลุ่มอาการคัดจมูกและกลุ่มอาการลำคอและทางเดินหายใจและกลุ่มอาการปวดศีรษะ, มึนงง, เมื่อยล้า	1 (2.1)	6
กลุ่มอาการคัดจมูกและกลุ่มอาการระคายเคืองตา	4 (8.5)	3
กลุ่มอาการลำคอและทางเดินหายใจและกลุ่มอาการระคายเคืองตา	1 (2.1)	6
กลุ่มอาการระคายเคืองตาเพียงอย่างเดียว	7 (14.9)	2
กลุ่มอาการลำคอและทางเดินหายใจและกลุ่มอาการปวดศีรษะ มึนงง เมื่อยล้าและกลุ่มอาการระคายเคืองตา	1 (2.1)	6

4031899429 BUU iThesis 60920159 thesis / recv: 24062562 14:13:49 / seq: 35

ตารางที่ 13

กลุ่มอาการเจ็บป่วยจากอาคาร	n (%)	อันดับ
กลุ่มอาการลำคอและทางเดินหายใจและกลุ่มอาการคัดจมูกและกลุ่มอาการระคายเคืองตา	1 (2.1)	6
กลุ่มอาการระคายเคืองตาและกลุ่มอาการทางลำคอและทางเดินหายใจ	0 (0.0)	-
กลุ่มอาการปวดศีรษะ, มึนงง, เมื่อยล้า และกลุ่มอาการทางลำคอและทางเดินหายใจ	0 (0.0)	-
กลุ่มอาการระคายเคืองตาและกลุ่มอาการปวดศีรษะ, มึนงง, เมื่อยล้าและกลุ่มอาการคัดจมูกและกลุ่มอาการทางลำคอและทางเดินหายใจ (ทุกกลุ่มอาการ)	3 (6.4)	4
รวม	47 (100.0)	

ผลสัมภาษณ์ ครั้งที่ 2

ผลสัมภาษณ์ ครั้งที่ 2 พบว่า พนักงานธุรการมีอาการกลุ่มอาการเจ็บป่วยจากอาคาร จำนวน 25 คน (53.2%) กลุ่มอาการเจ็บป่วยจากอาคารที่พบมากที่สุดคือ กลุ่มอาการระคายเคืองตาเพียงอย่างเดียวจำนวน 6 คน (12.8%) มีอาการกลุ่มอาการระคายเคืองตา และกลุ่มอาการปวดศีรษะ, มึนงง, เมื่อยล้าและกลุ่มอาการคัดจมูกจำนวน 5 คน (10.6%) เป็นอันดับสองดังตารางที่ 14

4031899429 BUU iThesis 60920159 thesis / recv: 24062562 14:13:49 / seq: 35

ตารางที่ 14 ผลการสัมภาษณ์กลุ่มอาการเจ็บป่วยจากอาคารของพนักงานธุรการหลังการจัดวางต้นพลูด่างครั้งที่ 1

กลุ่มอาการเจ็บป่วยจากอาคาร	จำนวน	อันดับ
ไม่มีอาการในกลุ่มใดเลย	22 (46.8)	1
กลุ่มอาการระคายเคืองตาและกลุ่มอาการปวดศีรษะ มึนงง เมื่อยล้า	2 (4.3)	5
กลุ่มอาการระคายเคืองตาและกลุ่มอาการปวดศีรษะ, มึนงง, เมื่อยล้าและกลุ่มอาการคัดจมูก	5 (10.6)	3
กลุ่มอาการปวดศีรษะ มึนงง เมื่อยล้าเพียงอย่างเดียว	0 (0.0)	-
กลุ่มอาการคัดจมูกและกลุ่มอาการปวดศีรษะ มึนงง เมื่อยล้า	1 (2.1)	6
กลุ่มอาการคัดจมูกเพียงอย่างเดียว	2 (4.3)	5
กลุ่มอาการลำคอและทางเดินหายใจเพียงอย่างเดียว	0 (0.0)	-
กลุ่มอาการคัดจมูกและกลุ่มอาการลำคอและทางเดินหายใจ	0 (0.0)	-
กลุ่มอาการคัดจมูกและกลุ่มอาการลำคอและทางเดินหายใจและกลุ่มอาการปวดศีรษะ, มึนงง, เมื่อยล้า	0 (0.0)	-
กลุ่มอาการคัดจมูกและกลุ่มอาการระคายเคืองตา	2 (4.3)	5
กลุ่มอาการลำคอและทางเดินหายใจและกลุ่มอาการระคายเคืองตา	0 (0.0)	-
กลุ่มอาการระคายเคืองตาเพียงอย่างเดียว	6 (12.8)	2
กลุ่มอาการลำคอและทางเดินหายใจและกลุ่มอาการปวดศีรษะ มึนงง เมื่อยล้าและกลุ่มอาการระคายเคืองตา	1 (2.1)	6
กลุ่มอาการลำคอและทางเดินหายใจและกลุ่มอาการคัดจมูกและกลุ่มอาการระคายเคืองตา	2 (4.3)	5
กลุ่มอาการระคายเคืองตาและกลุ่มอาการทางลำคอและทางเดินหายใจ	0 (0.0)	-
กลุ่มอาการปวดศีรษะ, มึนงง, เมื่อยล้า และกลุ่มอาการทางลำคอและทางเดินหายใจ	0 (0.0)	-
กลุ่มอาการระคายเคืองตาและกลุ่มอาการปวดศีรษะ, มึนงง, เมื่อยล้าและกลุ่มอาการคัดจมูกและกลุ่มอาการทางลำคอและทางเดินหายใจ (ทุกกลุ่มอาการ)	4 (8.5)	4
รวม	47 (100.0)	-

4031899429 BUU iThesis 60920159 thesis / recv: 24062562 14:13:49 / seq: 35

เมื่อนำผลการสัมภาษณ์กลุ่มอาการเจ็บป่วยจากอาคารก่อนการจัดวางพลูด่างและหลังการจัดวางพลูด่างครั้งที่ 1 และ 2 ได้ ดังตารางที่ 15

ตารางที่ 15 เปรียบเทียบผลสัมภาษณ์กลุ่มอาการเจ็บป่วยจากอาคารก่อนและหลังการจัดวางต้นพลูด่างครั้งที่ 1 และ 2

กลุ่มอาการเจ็บป่วยจากอาคาร	ก่อน n (%)	ครั้งที่ 1 n (%)	ครั้งที่ 2 n (%)
ไม่มีอาการในกลุ่มใดเลย	5 (10.6)	19 (40.4)	22 (46.8)
กลุ่มอาการระคายเคืองตาและกลุ่มอาการปวดศีรษะ มึนงง เมื่อยล้า	6 (12.8)	4 (8.5)	2 (4.3)
กลุ่มอาการระคายเคืองตาและกลุ่มอาการปวดศีรษะ, มึนงง, เมื่อยล้าและกลุ่มอาการคัดจมูก	4 (8.5)	2 (4.3)	5 (10.6)
กลุ่มอาการปวดศีรษะ มึนงง เมื่อยล้าเพียงอย่างเดียว	2 (4.3)	2 (4.3)	0 (0.0)
กลุ่มอาการคัดจมูกและกลุ่มอาการปวดศีรษะ มึนงง เมื่อยล้า	1 (2.1)	1 (2.1)	1 (2.1)
กลุ่มอาการคัดจมูกเพียงอย่างเดียว	1 (2.1)	0 (0.0)	2 (4.3)
กลุ่มอาการลำคอและทางเดินหายใจเพียงอย่างเดียว	2 (4.3)	0 (0.0)	0 (0.0)
กลุ่มอาการคัดจมูกและกลุ่มอาการลำคอและทางเดินหายใจ	0 (0.0)	1 (2.1)	1 (2.1)
กลุ่มอาการคัดจมูกและกลุ่มอาการลำคอและทางเดินหายใจและกลุ่มอาการปวดศีรษะ, มึนงง, เมื่อยล้า	1 (2.1)	1 (2.1)	1 (2.1)
กลุ่มอาการคัดจมูกและกลุ่มอาการระคายเคืองตา	0 (0.0)	4 (8.5)	2 (4.3)
กลุ่มอาการลำคอและทางเดินหายใจและกลุ่มอาการระคายเคืองตา	2 (4.3)	1 (2.1)	0 (0.0)
กลุ่มอาการระคายเคืองตาเพียงอย่างเดียว	6 (12.8)	7 (14.9)	6 (12.8)
กลุ่มอาการลำคอและทางเดินหายใจและกลุ่มอาการปวดศีรษะ มึนงง เมื่อยล้าและกลุ่มอาการระคายเคืองตา	2 (4.3)	1 (2.1)	1 (2.1)
กลุ่มอาการลำคอและทางเดินหายใจและกลุ่มอาการคัดจมูกและกลุ่มอาการระคายเคืองตา	2 (4.3)	1 (2.1)	2 (4.3)

4031899429 BUU iThesis 60920159 thesis / recv: 24062562 14:13:49 / seq: 35

ตารางที่ 15 (ต่อ)

กลุ่มอาการเจ็บป่วยจากอาคาร	ก่อน n (%)	ครั้งที่ 1 n (%)	ครั้งที่ 2 n (%)
กลุ่มอาการระคายเคืองตาและกลุ่มอาการทางลำคอและทางเดินหายใจ	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)
กลุ่มอาการปวดศีรษะ, มึนงง, เมื่อยล้าและกลุ่มอาการทางลำคอและทางเดินหายใจ	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)
กลุ่มอาการระคายเคืองตาและกลุ่มอาการปวดศีรษะ, มึนงง, เมื่อยล้าและกลุ่มอาการคัดจมูกและกลุ่มอาการทางลำคอและทางเดินหายใจ	13 (27.7)	3 (6.4)	4 (8.5)
รวมจำนวนพนักงานธุรการที่มีกลุ่มอาการเจ็บป่วยจากอาคาร	42 (87.2%)	28 (59.6%)	25 (53.2%)
รวมจำนวนพนักงานธุรการทั้งหมด	47 (100.0)	47 (100.0)	47 (100.0)

ตอนที่ 7 ผลการทดสอบสมมุติฐานเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มอาการเจ็บป่วยจากอาคารก่อนและหลังการจัดวางต้นพลูด่าง

ผลการทดสอบเปรียบเทียบจำนวนร้อยละของกลุ่มอาการเจ็บป่วยจากอาคารในพนักงานธุรการพบว่า พนักงานที่มีอาการเจ็บป่วยจากอาคารระหว่างก่อนและหลังการจัดต้นพลูด่างครั้งที่ 1 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ p-value < 0.01 (p = 0.00) แต่เมื่อเปรียบเทียบระหว่างผลสัมภาษณ์กลุ่มอาการเจ็บป่วยจากอาคารหลังจัดวางต้นพลูด่างครั้งที่ 2 กับหลังจัดวางครั้งที่ 3 ไม่แตกต่างกัน ดังตารางที่ 16

4031899429 BUU iThesis 60920159 thesis / recv: 24062562 14:13:49 / seq: 35

ตารางที่ 16 ผลการทดสอบสมมุติฐานเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่มอาการเจ็บป่วยจากอาคารก่อนและหลังการจัดวางต้นพลูด่าง

ข้อมูล	Mean Difference	Std. Error	Sig.	95% CL	
				Lower	Upper
ผลสัมภาษณ์กลุ่มอาการเจ็บป่วยจากอาคารก่อนจัดวางกับหลังจัดวางครั้งที่ 1	0.34	0.82	0.00	0.175	0.506
ผลสัมภาษณ์กลุ่มอาการเจ็บป่วยจากอาคารก่อนจัดวางกับหลังจัดวางครั้งที่ 2	0.277	0.79	0.01	0.118	0.435
ผลสัมภาษณ์กลุ่มอาการเจ็บป่วยจากอาคารหลังจัดวางครั้งที่ 1 กับหลังจัดวางครั้งที่ 2	-0.64	0.98	0.51	-0.261	0.134

4031899429 BUU iThesis 60920159 thesis / recv: 24062562 14:13:49 / seq: 35

บทที่ 5
สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

จากการสัมภาษณ์พนักงานธุรการจำนวน 47 คน พบว่า เป็นพนักงานหญิง 46 คน (97.9%) พนักงานชาย 1 คน (2.1%) ช่วงอายุที่มากที่สุด คือ 20-29 ปี (66.0%) ประวัติการทำงานที่มีความถี่สูงสุด คือ 1-3 ปี ชั่วโมงการทำงานเฉลี่ย คือ 7.9 ชั่วโมงต่อวัน พนักงานไม่มีโรคประจำตัว 40 คน (85.1%) พนักงานที่มีโรคประจำตัวที่ไม่ได้เกี่ยวข้องกับการวินิจฉัยกลุ่มอาการเจ็บป่วยจากอาคาร 7 คน (14.9%)

ผลตรวจวัดคุณภาพอากาศภายในอาคารก่อนการจัดวางพลูด่างบริเวณพื้นที่ A และพื้นที่ Bพบว่า ในบริเวณพื้นที่ A มีค่าเฉลี่ยของ $PM_{2.5}$ และ PM_{10} เท่ากับ 29.6 $\mu g/m^3$ และ 46.0 $\mu g/m^3$ โดยมีค่าสูงกว่าในพื้นที่ B ซึ่งมีค่าเฉลี่ยของ $PM_{2.5}$ และ PM_{10} เท่ากับ 17.6 $\mu g/m^3$ และ 36.9 $\mu g/m^3$ ในทางกลับกัน พื้นที่ B กลับมีค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูงกว่าพื้นที่ A โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 755 ppm และ 896 ppm

ผลตรวจวัดคุณภาพอากาศภายในอาคารหลังการจัดวางพลูด่างบริเวณพื้นที่ A และพื้นที่ B พบว่า ในบริเวณพื้นที่ A มีค่าเฉลี่ยของ $PM_{2.5}$ ในสัปดาห์ที่ 1, 2, 3 และ 4 เท่ากับ 11.7 $\mu g/m^3$, 11.6 $\mu g/m^3$, 13.2 $\mu g/m^3$และ 13.1 $\mu g/m^3$ และ PM_{10} ในสัปดาห์ที่ 1, 2, 3 และ 4 เท่ากับ 13.3 $\mu g/m^3$, 13.2 $\mu g/m^3$, 14.7 $\mu g/m^3$และ 14.5 $\mu g/m^3$ ตามลำดับ โดยมีค่าสูงกว่าในพื้นที่ B ซึ่ง มีค่าเฉลี่ยของ $PM_{2.5}$ ในสัปดาห์ที่ 1, 2, 3 และ 4 เท่ากับ 8.0 $\mu g/m^3$, 8.4 $\mu g/m^3$, 5.6 $\mu g/m^3$และ 5.5 $\mu g/m^3$ และ PM_{10} ในสัปดาห์ที่ 1, 2, 3 และ 4 เท่ากับ 8.8 $\mu g/m^3$, 9.2 $\mu g/m^3$, 5.8 $\mu g/m^3$และ 6.1 $\mu g/m^3$ ในทางกลับกัน พื้นที่ B กลับมีค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูงกว่าพื้นที่ A โดยพื้นที่ A มีค่าเฉลี่ย ในสัปดาห์ที่ 1, 2, 3 และ 4 อยู่ที่ 672.7 ppm, 657.8 ppm, 556.4 ppm และ 536.4 ppm และพื้นที่ B มีค่าเฉลี่ย ในสัปดาห์ที่ 1, 2, 3 และ 4 อยู่ที่ 748.2 ppm, 645.2 ppm, 690.3 ppm และ 700.0 ppm ตามลำดับ

พื้นที่ A ผลที่ได้ปรากฏว่า เมื่อเปรียบเทียบปริมาณอนุภาคแขวนลอยในอากาศขนาด 2.5 ไมครอน ก่อนการจัดวางพลูด่างและหลังจัดวางพลูด่างในสัปดาห์ที่ 1, 2, 3 และ 4 พบว่า มีความแตกต่างกันมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ($p = 0.018, 0.015, 0.017$ และ 0.016 ตามลำดับ) และเปรียบเทียบปริมาณอนุภาคแขวนลอยในอากาศขนาด 10 ไมครอนก่อนการจัดวางพลูด่างและหลังจัดวางพลูด่างในสัปดาห์ที่ 1, 2, 3 และ 4 พบว่า มีความแตกต่างกันมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ

4031899429 BUU iThesis 60920159 thesis / recv: 24062562 14:13:49 / seq: 35

0.01 (p = 0.002) แต่เมื่อเปรียบเทียบค่าปริมาณอนุภาคแขวนลอยในอากาศระหว่างสัปดาห์ที่ 1, 2, 3 และ 4 กันเอง พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเปรียบเทียบค่าความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ก่อนและหลังการจัดวางพลูด่างพบว่า ค่าความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ระหว่างก่อนการจัดวางพลูด่างกับค่าความเข้มข้นในสัปดาห์ที่ 3 และ 4 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (p = 0.020 และ 0.010 ตามลำดับ) และเมื่อเปรียบเทียบความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์หลังการจัดวางต้นพลูด่างระหว่างสัปดาห์ที่ 1-4 กันเอง พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (p = 0.017, 0.00, 0.021, 0.00) ตามลำดับ ยกเว้น การเปรียบเทียบหลังการจัดวางต้นพลูด่างในสัปดาห์ที่ 1 กับ 2 และหลังการจัดวางต้นพลูด่างในสัปดาห์ที่ 3 กับ 4 ไม่มีความแตกต่างกัน

พื้นที่ B ผลที่ได้ปรากฏว่า เมื่อเปรียบเทียบปริมาณอนุภาคแขวนลอยในอากาศขนาด 2.5 ไมครอนก่อนการจัดวางพลูด่างและหลังจัดวางพลูด่างในสัปดาห์ที่ 1, 2, 3 และ 4 พบว่า มีความแตกต่างกันมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 (p = 0.001, 0.002, 0.000 และ 0.000 ตามลำดับ) และเปรียบเทียบปริมาณอนุภาคแขวนลอยในอากาศขนาด 10 ไมครอนก่อนการจัดวางพลูด่างและหลังจัดวางพลูด่างในสัปดาห์ที่ 1, 2, 3 และ 4 พบว่า มีความแตกต่างกันมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 (p-value = 0.000) เมื่อเปรียบเทียบค่าความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ก่อนและหลังการจัดวางพลูด่างพบว่า ค่าความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ระหว่างก่อนกับหลังการจัดวางต้นพลูด่างมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 (p = 0.006, 0.000, 0.003 และ 0.002 ตามลำดับ) แต่เมื่อเปรียบเทียบค่าความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในสัปดาห์ที่ 1, 2, 3 และ 4 กันเอง พบว่า หลังการจัดวางต้นพลูด่างในสัปดาห์ที่ 1 กับ 2 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 (p = 0.00) แต่ในสัปดาห์อื่น ๆ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

จากการสัมภาษณ์กลุ่มอาการเจ็บป่วยจากอาคารพบว่า พนักงานธุรการมีอาการต่าง ๆ ในกลุ่มอาการเจ็บป่วยจากอาคารจำนวน 42 คน (87.2%) กลุ่มอาการเจ็บป่วยจากอาคารที่พบมากที่สุดคือทุกกลุ่มอาการ โดยมีอาการกลุ่มอาการระคายเคืองตาและกลุ่มอาการปวดศีรษะ, มึนงง, เมื่อยล้าและกลุ่มอาการคัดจมูกและกลุ่มอาการทางลำคอและทางเดินหายใจจำนวน 13 คน (27.7%) กลุ่มอาการระคายเคืองตาเพียงอย่างเดียวและกลุ่มอาการปวดศีรษะ, มึนงง, เมื่อยล้าจำนวน 6 คน เท่ากัน (12.8%) เป็นอันดับสอง

ภายหลังการจัดวางต้นพลูด่างผลการสัมภาษณ์กลุ่มอาการเจ็บป่วยจากอาคาร ครั้งที่ 1 พบว่า พนักงานธุรการมีอาการต่าง ๆ ในกลุ่มอาการเจ็บป่วยจากอาคารจำนวน 28 คน (59.6%) กลุ่มอาการเจ็บป่วยจากอาคารที่พบมากที่สุดคือกลุ่มอาการระคายเคืองตาเพียงอย่างเดียวจำนวน

4031899429 BUU iThesis 60920159 thesis / recv: 24062562 14:13:49 / seq: 35

7 คน (14.9%) มีอาการกลุ่มอาการระคายเคืองตาและกลุ่มอาการปวดศีรษะ มึนงง เมื่อยล้าจำนวน 4 คน และกลุ่มอาการคัดจมูกและกลุ่มอาการระคายเคืองตาจำนวน 4 คนเท่ากัน (8.5%) เป็นอันดับสอง

ผลสัมภาษณ์ ครั้งที่ 2 พบว่า พนักงานธุรการมีอาการกลุ่มอาการเจ็บป่วยจากอาคารจำนวน 25 คน (53.2%) กลุ่มอาการเจ็บป่วยจากอาคารที่พบมากที่สุดคือ กลุ่มอาการระคายเคืองตาเพียงอย่างเดียวจำนวน 6 คน (12.8%) มีอาการกลุ่มอาการระคายเคืองตา และกลุ่มอาการปวดศีรษะ, มึนงง, เมื่อยล้าและกลุ่มอาการคัดจมูกจำนวน 5 คน (10.6%) เป็นอันดับสอง

ผลการทดสอบเปรียบเทียบจำนวนร้อยละของกลุ่มอาการเจ็บป่วยจากอาคารในพนักงานธุรการพบว่า พนักงานที่มีอาการเจ็บป่วยจากอาคารระหว่างก่อนและหลังการจัดต้นพลูด่างครั้งที่ 1 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ p-value < 0.01 (p = 0.000) แต่เมื่อเปรียบเทียบระหว่างผลสัมภาษณ์กลุ่มอาการเจ็บป่วยจากอาคารหลังจัดวางต้นพลูด่างครั้งที่ 2 กับหลังจัดวางครั้งที่ 3 ไม่แตกต่างกัน

อภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาวิจัยครั้งนี้ พบว่า พนักงานส่วนใหญ่เป็นเพศหญิงและไม่มีโรคประจำตัว ทำงานที่เกี่ยวข้องกับการจัดพิมพ์และถ่ายเอกสารโดยเฉลี่ยประมาณ 7.9 ชั่วโมงต่อคนต่อวัน และจากผลการสัมภาษณ์กลุ่มอาการเจ็บป่วยจากอาคารก่อนการจัดวาง มีพนักงานที่มีอาการของกลุ่มอาการเจ็บป่วยจากอาคารคิดเป็นร้อยละ 87.2 ซึ่งมากกว่าการศึกษาของฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล ที่ศึกษาไว้ในปี พ.ศ. 2548 ว่าจะสามารถพบพนักงานมีอาการกลุ่มอาการเจ็บป่วยจากอาคารได้ประมาณร้อยละ 30 ซึ่งอาจเนื่องมาจากการระบายอากาศที่ไม่ดี และปริมาณคนที่หนาแน่นในห้องทำงาน พนักงานที่มีอาการส่วนใหญ่จะมีอาการครบทุกกลุ่มอาการมากที่สุด ตามด้วยกลุ่มอาการทางตาและกลุ่มอาการปวดศีรษะ มึนงง เมื่อยล้า รองลงมา ซึ่งเข้าได้กับผลตรวจวัดคุณภาพอากาศภายในอาคารก่อนการจัดวางต้นพลูด่างที่มี พบถึงสภาพปัญหาคุณภาพอากาศภายในอาคาร โดยพบว่า มีค่าเฉลี่ยปริมาณอนุภาคแขวนลอยในอากาศขนาด 2.5 ไมครอนบริเวณพื้นที่ A มีค่าสูงเกินมาตรฐาน 66.7% ของชั่วโมงการทำงาน และอนุภาคแขวนลอยในอากาศขนาด 10 ไมครอนมีค่าสูงเกินมาตรฐาน 44.0% ของชั่วโมงทำงาน พื้นที่ B มีค่าอนุภาคแขวนลอยขนาด 2.5 ไมครอนไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานและอนุภาคแขวนลอยขนาด 10 ไมครอนมีค่าเกินมาตรฐาน 11.1% ของชั่วโมงการทำงาน ปริมาณอนุภาคแขวนลอยที่เกินเกณฑ์มาตรฐานนั้นมีความสัมพันธ์กับอาการระคายเคืองตา สอดคล้องกับงานวิจัยของอาจารย์เชิดศิริ นิลผายและคณะ และการเพิ่มโอกาสการเสียชีวิตระยะสั้นได้ 1.2-2.5% (WHO, 2005)

4031899429 BUU iThesis 60920159 thesis / recv: 24062562 14:13:49 / seq: 35

ค่าความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ก่อนการจัดวางต้นพลูด่างมีค่าค่อนข้างสูงทั้งในพื้นที่ A และพื้นที่ B โดยมีค่าเกินเกณฑ์มาตรฐานบริเวณพื้นที่ B ช่วงเวลา 13:01-14:00 น. ซึ่งอาจเกิดจากเป็นช่วงเวลาที่มีพนักงานเข้าปฏิบัติงานในห้องทำงานมากที่สุดของวัน เนื่องจากมนุษย์เป็นแหล่งกำเนิดของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ร่วมกับการระบายอากาศไม่ดี ทำให้เกิดอาการเวียนศีรษะ มึนงง และเมื่อยล้าจากแบบสัมภาษณ์ในพนักงานธุรการซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของอาจารย์เชิดศิริ นิลผายและคณะที่กล่าวไว้ว่า อาการเวียนศีรษะ มึนงง เมื่อยล้า สัมพันธ์กับปริมาณของคาร์บอนไดออกไซด์ที่สูงขึ้น ซึ่งสิ่งเหล่านี้ทำให้ประสิทธิภาพการทำงานของพนักงานลดลงได้ (สร้อยสุดา เกสรทอง, 2549)

ผู้วิจัยได้ทดลองใช้ต้นพลูด่างเพื่อแก้ไขปัญหาคุณภาพอากาศภายในอาคารตามเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องระหว่างการทดลอง ผู้ทำวิจัยดูแลพลูด่างด้วยตนเอง โดยการรดน้ำ และเก็บใบไม้ที่เหลืองหรือแห้งออกจากกระถางทุก 3 วัน ระหว่างการทดลองต้นพลูด่างทั้งหมดมีสภาพสมบูรณ์ดี ไม่มีการเปลี่ยนต้นไม้ระหว่างการทดลอง ไม่มีน้ำรั่วซึมออกจากแผ่นฟอยล์ที่หุ้มไว้ การจัดวางเป็นไปตามแผนการวิจัยที่ออกแบบไว้ ต้นพลูด่างทั้งหมดไม่อยู่ในจุดที่กีดขวางการทำงานของพนักงานธุรการ ผู้ทำการวิจัยจัดวางพลูด่างเป็นเวลา 4 สัปดาห์ เพื่อทดสอบประสิทธิผลของต้นพลูด่างในการลดปริมาณอนุภาคแขวนลอยในอากาศและความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ รวมไปถึงกลุ่มอาการเจ็บป่วยจากอาคารของพนักงานธุรการในโรงพยาบาล

การศึกษาประสิทธิผลของต้นพลูด่างในการลดปริมาณอนุภาคแขวนลอยในอากาศนั้น เมื่อตรวจวัดปริมาณอนุภาคแขวนลอยในอากาศก่อนและหลังการจัดวางต้นพลูด่างในพื้นที่ A เปรียบเทียบกันพบว่า ปริมาณอนุภาคแขวนลอยในอากาศขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอนและ10 ไมครอนก่อนการจัดวางเทียบกับสัปดาห์ที่ 1 หลังการจัดวางต้นพลูด่างมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่เมื่อเปรียบเทียบค่าของอนุภาคแขวนลอยในอากาศกันเองในระหว่างสัปดาห์ที่ 1 ถึง 4 พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และในพื้นที่ B เมื่อเปรียบเทียบปริมาณอนุภาคแขวนลอยในอากาศขนาด 2.5 ไมครอนก่อนการจัดวางพลูด่างและหลังจัดวางพลูด่างในสัปดาห์ที่ 1, 2, 3 และ 4 พบว่า มีความแตกต่างกันมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และเมื่อเปรียบเทียบปริมาณอนุภาคแขวนลอยในอากาศหลังการจัดวางต้นพลูด่างกันเองระหว่างสัปดาห์ที่ 1-4 พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 ยกเว้นการเปรียบเทียบระหว่างหลังการจัดวางต้นพลูด่างสัปดาห์ที่ 1 กับ 2 และหลังเปรียบเทียบค่าระหว่างการจัดวางในสัปดาห์ที่ 3 กับ 4 ไม่มีความแตกต่างกัน อาจเป็นเพราะใบของต้นพลูด่างมีความสามารถการดักจับอนุภาคแขวนลอยในอากาศตั้งแต่ 40 นาทีแรกของการจัดวาง (Torpy & Zavattaro, 2018) ทำให้เมื่อตรวจวัดซ้ำ ๆ ในระยะเวลาใกล้กันจึงไม่เห็นความแตกต่าง เมื่อเปรียบเทียบค่าความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในพื้นที่ A

4031899429 BUU iThesis 60920159 thesis / recv: 24062562 14:13:49 / seq: 35

ก่อนและหลังการจัดวางพลูด่างพบว่า ค่าความเข้มข้นระหว่างก่อนการจัดวางพลูด่างกับค่าในสัปดาห์ที่ 4 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 สอดคล้องกับการทดลองของ Suhaimi และคณะในปี ค.ศ. 2017 ที่ทำการทดลองในห้องทดลอง มีผลการทดลองคือ ต้นพลูด่างสามารถลดความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์ได้ประมาณ 10.0-14.4% ใน 8 ชั่วโมง แต่อาจเป็นเพราะในการวิจัยครั้งนี้เป็นการทดลองในสภาวะการทำงานจริงที่พนักงานธุรการมีการทำงานทุกวัน ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จึงมีการสร้างขึ้นทุกวันอัตราการลดลงของความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จึงลดลงอย่างช้า ๆ จนเห็นความแตกต่างทางสถิติในสัปดาห์ที่ 4 ของการทดลอง

กลุ่มอาการเจ็บป่วยจากอาคารก่อนการจัดวางต้นพลูด่างเมื่อสัมภาษณ์ประชากรที่ศึกษาพบว่า ก่อนการจัดวางพลูด่างพนักงานธุรการมีกลุ่มอาการเจ็บป่วยจากอาคารร้อยละ 89.4 แต่ภายหลังการจัดวางต้นพลูด่างและสัมภาษณ์ครั้งที่ 2 และ 3 พบว่า กลุ่มอาการเจ็บป่วยจากอาคารลงลดเหลือร้อยละ 59.6 และ 53.2 ตามลำดับ ซึ่งผลการสัมภาษณ์เข้าได้กับการตรวจวัดปริมาณอนุภาคแขวนลอยและความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ลดลง คาดว่าพนักงานมีอาการในกลุ่มอาการเจ็บป่วยจากอาคารลดลงเพราะปริมาณอนุภาคแขวนลอยในอากาศและความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ลดลงจากการจัดวางต้นพลูด่างไว้ในสำนักงาน เมื่อเปรียบเทียบจำนวนร้อยละของผลสัมภาษณ์พนักงานที่มีอาการเจ็บป่วยจากอาคารระหว่างก่อนและหลังการจัดต้นพลูด่างพบว่า จำนวนร้อยละของพนักงานที่มีอาการเจ็บป่วยจากอาคารระหว่างก่อนกับหลังการจัดวางครั้งที่ 1 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 แต่เมื่อเปรียบเทียบระหว่างผลสัมภาษณ์กลุ่มอาการเจ็บป่วยจากอาคารหลังจัดวางครั้งที่ 2 กับหลังจัดวางครั้งที่ 3 ไม่แตกต่างกันไม่แตกต่างกัน ซึ่งเข้าได้กับผลการตรวจวัดปริมาณอนุภาคแขวนลอยในอากาศที่เมื่อเปรียบเทียบกันเองหลังจัดวางต้นพลูด่างสัปดาห์ที่ 1-4 ไม่มีความแตกต่างกัน

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะจากการวิจัยในครั้งนี้

1. ด้านกฎหมายและมาตรฐาน เฝ้าระวังและปรับปรุงระบบการระบายอากาศภายในอาคารเพื่อทำให้ความเข้มข้นของมลพิษลดลง การจัดการกับคุณภาพอากาศายในอาคาร ต้องควบคุมคุณภาพอากาศภายในอาคารให้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน โดยปกติแล้วอาคารจะมีระบบระบายอากาศเพื่อให้อากาศที่ถ่ายเทได้สะดวก และลดความร้อนในอาคารได้

2. ปรับปรุงอุปกรณ์ภายในอาคารและการบำรุงรักษาดูแลอุปกรณ์ เช่น ปรับปรุงการกรองอากาศ โดยใช้แผงกรองอากาศหรือเครื่องฟอกอากาศ ที่เหมาะสมกับสถานที่ที่ใช้งาน

4031899429 BUU iThesis 60920159 thesis / recv: 24062562 14:13:49 / seq: 35

การติดหลอดไฟฆ่าเชื้อโรคในระบบท่อลมเย็นกับแผงกรองอากาศ การทำความสะอาดแผงกรองอากาศเป็นประจำ และจัดตารางบำรุงการรักษาระบบ รวมถึงการล้างคอยล์เย็น

3. แนะนำให้จัดเครื่องถ่ายเอกสารหรือเครื่องปริ้นเลเซอร์ในบริเวณที่มีระบบปรับอากาศแยกออกจากพื้นที่ที่มีพนักงานปฏิบัติงานและบริเวณที่วางเครื่องถ่ายเอกสารหรือเครื่องปริ้นเลเซอร์ควรมีระบบระบายอากาศแบบธรรมชาติหรือพัดลมดูดอากาศร่วมด้วยเพื่อทำให้อากาศถ่ายเทสะดวกรวมถึงมีการบำรุงรักษาเป็นประจำ เพื่อลดการฟุ้งกระจายของฝุ่นที่เกิดจากการพิมพ์และถ่ายเอกสาร

4. ปรับขยายหรือจัดสถานที่ทำงาน เพื่อลดการแออัดของพนักงานในแผนกธุรการเนื่องจากมนุษย์เป็นแหล่งกำเนิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์อย่างหนึ่ง หากไม่สามารถลดจำนวนพนักงานในห้องทำงานได้ แนะนำวิธีการระบายอากาศตามธรรมชาติเช่นการเปิดหน้าต่างเพื่อให้มีการถ่ายเทของอากาศได้สะดวกเพิ่มการหมุนเวียนของอากาศ หรือการติดเครื่องฟอกอากาศที่มีการดักจับฝุ่นและบำบัดสารระเหยบางชนิด

ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยในครั้งต่อไป

1. งานวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยโดยเปรียบเทียบข้อมูลก่อนและหลังการทดลอง มีประชากรที่ศึกษาเพียงกลุ่มเดียว ควรทำการศึกษาวิจัยซ้ำโดยใช้กลุ่มเปรียบเพื่อเปรียบเทียบผลการศึกษาทดลองเพื่อสนับสนุนงานวิจัยนี้ในครั้งต่อไป

2. งานวิจัยครั้งนี้มีระยะเวลาการทดลอง 6 สัปดาห์ และเริ่มเห็นค่าความเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ลดลงในสัปดาห์ที่ 4 ของการทดลอง ควรทำการศึกษาวิจัยซ้ำโดยใช้ระยะเวลาการศึกษานานกว่านี้เพื่อเปรียบเทียบผลการศึกษาทดลองเพื่อสนับสนุนงานวิจัยนี้ในครั้งต่อไป

4031899429 BUU iThesis 60920159 thesis / recv: 24062562 14:13:49 / seq: 35

บรรณานุกรม

กรมอนามัย สำนักอนามัยและสิ่งแวดล้อม. (2559). *คู่มือปฏิบัติการเพื่อการตรวจประเมินคุณภาพอากาศภายในอาคารสำหรับเจ้าหน้าที่*. จันทบุรี: สำนักอนามัยและสิ่งแวดล้อม กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข.

จิตรพรรณ ภูษาภักดีภพ และชมภูศักดิ์ พูลเกษ. (2542). *การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพอากาศภายในอาคารและกลุ่มอาการเจ็บป่วยของพนักงานที่ทำงานในสำนักงานของโรงพยาบาลในจังหวัดชลบุรี*. ชลบุรี: คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.

ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล. (2548). กลุ่มอาการป่วยเหตุอาคาร. *สถาบันวิทยบริการจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 48*, 7.

เชิดศิริ นิลผาย. (2558). การเจ็บป่วยจากอาคารกับคนในสำนักงาน. *Advance Science ก้าวทันโลกวิทยาศาสตร์, 15*(1), 13-24.

เชิดศิริ นิลผาย, กานต์พิชชา เกียรติกิจโรจน์ และสุวรรณี จามจุรี. (2560). การศึกษาปัญหาคุณภาพอากาศภายในอาคารที่มีผลต่อโรคการเจ็บป่วยจากอาคารของผู้ปฏิบัติงานถ่ายเอกสาร. *Princess of Naradhiwas University Journal, 9*(3), 106-120.

ธนากร รัตนพันธุ์, มณีรัตน์ องค์วรรณดี และศิริมา ปัญญาเมธีกุล. (2559). การประเมินความสามารถของต้นไม้ประดับในการดักจับอนุภาค ขนาดเล็กในอาคาร. *Engang. J. CMU, 24*(3), 69-80.

ปรีชา สุวรรณพินิจ. (2537). *ชีววิทยา 4 ตามโครงสร้างหลักสูตรปรับปรุงใหม่*. กรุงเทพฯ: สสวท. Hi-Ed Publishing.

ปรีชา กาเพ็ชร, ชยนัต์ ภักดีไทย และวินัย ศรวัติ. (2554). การหาพื้นที่ใบากภาพถ่ายดิจิตอล. *แก่นเกษตร, ฉบับพิเศษ*, 392-397.

พัฒน์ พิชาน. (2006). *ไม้ประดับฟอกอากาศ*. กรุงเทพฯ: ไทยควอลิตี้บุ๊คส์.

พืชเกษตรดอทคอม. (2562). *พลูด่าง และการปลูกพลูด่าง*. เข้าถึงได้จาก https://puechkaset.com/%E0%B8%9E%E0%B8%A5%E0%B8%B9%E0%B8%94%E0%B9%88%E0%B8%B2%E0%B8%87/

รุ้งตะวัน ศรีพฤกษ์. (2549). *การแลกเปลี่ยนคาร์บอนไดออกไซด์สุทธิทั้งทรงพุ่มในช่วงเวลากลางคืนของไม้ประดับอาคาร 3 ชนิด:วาสนา พลูด่าง เดหลี*. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี, สาขาวิชาพืชสวน, คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

สร้อยสุดา เกสรทอง. (2549). *โรคจากการทำงานในตึก Sick building syndrome*. กรุงเทพฯ: ใกล้หมอ.

4031899429 BUU iThesis 60920159 thesis / recv: 24062562 14:13:49 / seq: 35

สืบตระกูล วิเศษสมบัติ. (2561). *โอโซน (Ozone).* เข้าถึงได้จาก https://medtech.psu.ac.th/index.php?r=site%2Fviewnews&id=49

Abbass, O. A., Sailor, D. J., & Gall, E. T. (2017). Effectiveness of indoor plants for passive removal of indoor ozone. *ELSEVIER Building and Environment, 119*, 62-70.

Becker, K. H., Horvath, M., Bilitzky, L., & Hüttner, J. (1985). Topics in an organic and general chemistry. *A Collection of Monographs. Ozone, 89*(11). doi:10.1002/bbpc.19850891128

Bouwer, E. J., & Zehnder, A. J. (1993). Bioremediation of organic compounds--putting microbial metabolism to work. *Trends Biotechnol, 11*(8), 360-367.

Chan, A. S., & Steudler, P. A. (2006). Carbon monoxide uptake kinetics in unamended and long-term nitrogen-amended temperate forest soils. *FEMS Microbiol Ecol, 57*(3), 343-354.

Dekker, J., & Hargrove, M. (2002). Weedy adaptation in Setaria spp. V. Effects of gaseous environment on giant foxtail (Setaria faberii) (Poaceae) seed germination. *Am J Bot, 89*(3), 410-416. doi:10.3732/ajb.89.3.410

Dela Cruz, M., Christensen, J. H., Thomsen, J. D., & Muller, R. (2014). Can ornamental potted plants remove volatile organic compounds from indoor air? A review. *Environ Sci Pollut Res Int, 21*(24), 13909-13928. doi:10.1007/s11356-014-3240-x

Driessen, B. P. (2013). *Carbon Dioxide: The gas of life*. Paper presented at the Committee for A Constructive Tomorrow, Washington, USA.

Golden, K. (2015). *A guide to implementing indoor planting into New York City offices.* Retrieved from https://search-proquest-com.edatabases.lib.buu.ac.th/docview/1728329403?accountid=44783 ProQuest Dissertations & Theses Global database

Gunnarsen, L., Sigsgaard, T., Andersen, N. T., Linneberg, A., Knudsen, H. N., Afshari, A., Pedersen, C. M., Larsen, J. C., & Nielsen, E. (2006). *Status og perspektiver pa° indeklimaomra°det.* Miljøministerie. Copenhagen.

Han, M. D., Kim, K. Y., & Hong, S. C. (2011). Assessment of the charged aerosol value in copy centers. *Ind Health, 49*(1), 107-115.

Hopkins, W. (2006). *Photosynthesis and respiration.* New York, USA: Chelsea House.

Jansz, J. (2011). *Theories and knowledge about sick building syndrome*. Berlin, Heidelberg: Springer.

4031899429 BUU iThesis 60920159 thesis / recv: 24062562 14:13:49 / seq: 35

Ji Xuan, X., Huang, W., Zhou, B., Ling, Y., Xu, T., Shen, S., & Wenbiao, S. (2006). *Carbon monoxide-induced adventitious rooting of hypocotyl cuttings from mung bean seedling.*

Jindrova, E., Chocova, M., Demnerova, K., & Brenner, V. (2002). Bacterial aerobic degradation of benzene, toluene, ethylbenzene and xylene. *Folia Microbiol (Praha), 47*(2), 83-93.

Jim, J. G., Yousef, A. E., & Khadre, M. A. (2003). Ozone and its current and future application in the food industry. *Adv Food Nutr Res, 45*, 167-218.

King, G. M. (2007). Microbial carbon monoxide consumption in salt marsh sediments. *FEMS Microbiol Ecol, 59*(1), 2-9. doi:10.1111/j.1574-6941.2006.00215.x

Kurniawan, A., & Schmidt-Ott, A. (2006). Monitoring the soot emissions of passing cars. *Environment Science Technology, 40*, 1911-1915.

Irga, P. J., Torpy, F. R., & Burchett, M. D. (2013). Can hydroculture be used to enhance the performance of indoor plants for the removal of air pollutants? *Atmospheric Environment, 77*, 267-271. doi:https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2013.04.078

LaDou, J., & Harrison, R. (2007). *Current occupational and environmental medicine.* United States of America: McGrawHill education.

Liu, K., Xu, S., Xuan, W., Ling, T., Cao, Z., Huang, B., Sun, Y., Fang, L., Liu, Z., Zhao, N., & Shen, W. (2007). Carbon monoxide counteracts the inhibition of seed germination and alleviates oxidative damage caused by salt stress in Oryza sativa. *Plant Science, 172*(3), 544-555. doi:https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2006.11.007.

Namiesnik, J., Gorecki, T., Zabiega la, K. B., & Lukasiak, J. (1992). Indoor air quality (IAQ), pollutants, their sources and concentration levels. *Building and Environment, 27*(3), 339-356. doi:https://doi.org/10.1016/0360-1323(92)90034-M.

NSW Government. (2013). *Particulate matter (PM10 and PM2.5)*. Retrieved from https://www.health.nsw.gov.au/environment/air/Pages/particulate-matter.aspx

Papinchak, H. L., Holcomb, E. J., Best, T. O., & Decoteau, D. R. (2009). Effectiveness of Houseplants in Reducing the Indoor Air Pollutant Ozone. *HortTechnology, 19*(2), 286-290.

Pitcairn, C. E. R., Fowler, F., Leith, I. D., Sheppard, L., Sutton, M. A., Kennedy, V., & Okello, E. (2003). Bioindicators of enhanced nitrogen deposition. *Environmental Pollution, 126*(3), 353-361. doi:10.1016/S0269-7491(03)00248-3

4031899429 BUU iThesis 60920159 thesis / recv: 24062562 14:13:49 / seq: 35

Raskin, I., & Ensley, B. D. (2000). *Phytoremediation of toxic metals: using plants to clean up the environment.* New York: John Wiley & Sons.

Reece, J. B., Urry, L. A., Cain, M. L., Wasserman, S. A., Minorsky, P. V., & Jackson, R. B. (2017). *Campbell biology* (11th ed.). New York: Pearson.

Robertson, J. (2011). *Carbon Dioxide feeds the world*. Queensland, Australia.

Shaughnessy, R. J., Haverinen-Shaughnessy, U., Nevalainen, A., & Moschandreas, D. (2006). A preliminary study on the association between ventilation rates in classrooms and student performance. *Indoor Air, 16*(6), 465-468. doi:10.1111/j.1600-0668.2006.00440.x

Silva, R. A., West, J. J., Zhang, Y., Anenberg, S. C., Lamarque, J. F., Shindell, D. T., Collins, W. J., Dalsoren, S., Faluvegi, G., & Folberth, G. (2013). Global premature mortality due to anthropogenic outdoor air pollution and the contribution of past climate change. *Environmental Research Letters, 8*(3).

Song, J. E., Kim, Y. S., & Sohn, J. Y. (2007). The impact of plants on the reduction of volatile organic compounds in a small space. *J Physiol Anthropol, 26*(6), 599-603.

Suhaimi, M. M., Leman, A. M., Afandi, A., Hariri, A., Idris, A. F., Dzulkifli, S. N., & Gani, P. (2017). Effectiveness of indoor plant to reduce CO 2 in indoor environment. *MATEC Web of Conferences, 103*, 1-7. doi:10.1051/matecconf/201710305004

Suttona, M. A., Milford, C., Dragositsa, B. U., Placeb, C. J., Singles, R. J., Smith, R. I., Pitcairna, C. E. R., Fowlera, D., Hill, J., ApSimon, H. M., Rossd, C., Hilld, R., Jarvisd, S. C., Paind, B. F., Phillips, V. C., Harrisonf, R., Mossf, D., Webbf, J., Espenhahng, S. E., Leeg, D. S., Hornungh, M., Ullyetth, J., Bullh, K. R., Emmetth, B. A., Loweh, J., & Wyers, G. P. (1993). Dispersion, deposition and impacts of atmospheric ammonia: quantifying local budgets and spatial variability. *Environmental Pollution, 102*(1), 349-361.

Syazwan Aizat, I., .Juliana, J., Norhafizalina, O., Azman, Z. A., & Kamaruzaman, J. (2009). Indoor air quality and sick building syndrome in Malaysian buildings. *Global Journal of Health Science, 1*(2), 126-135.

Tarran, J., Torpy, F., & Burchett, M. (2007). Use of living pot-plants to cleanse indoor air. *Research review, 3*, 249-256.

Tolli, J., & King, G. M. (2005). Diversity and structure of bacterial chemolithotrophic communities in pine forest and agroecosystem soils. *Appl Environ Microbiol, 71*(12), 8411-8418.

4031899429 BUU iThesis 60920159 thesis / recv: 24062562 14:13:49 / seq: 35

doi:10.1128/aem.71.12.8411-8418.2005

Torpy, F., & Zavattaro, M. (2018). Bench-study of green-wall plants for indoor air pollution reduction. *Journal of Levier Architecture, 5*(1), 1-15.

U.S. Environmental Protection Agency. (1987). The total exposure assessment methodology (TEAM) study. *Summary and analysis Environmental Protection Agency, 600*(002a), 6-87.

Wei, X., Lyu, S., Yu, Y., Wang, Z., Liu, H., Pan, D., & Chen, J. (2017). Phylloremediation of air pollutants: Exploiting the potential of plant leaves and leaf-associated microbes. *Front Plant Sci, 8*, 1318. doi:10.3389/fpls.2017.01318

Wenzel, W. W. (2009). *Rhizosphere processes and management in plant-assisted bioremediation (phytoremediation) of soils (P. Hinsinger. Ed. Vol. 321).* Netherlands: Springer.

Whiting, D. (2014). *Photosynthesis, respiration, and transpiration, Colorado Master Gardener.* Colorado State, USA: Colorado State University.

WHO. (2005). *WHO air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide.* Retrieved from http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/69477/1/WHO_SDE_PHE_OEH_06.02_eng.pdf

WHO. (2013). *Health effects of particulate matter. Policy implications for countries in eastern Europe, Caucasus and central Asia*. Europe UN City, Marmorvej 51: WHO Regional Office.

Wood, R. A., Burchett, M., Alquezar, R., Orwell, R. L., Tarran, J., & Torpy, F. (2006). The potted-plant microcosm substantially reduces indoor air VOC pollution: II. Laboratory study. *Water, Air, and Soil Pollution, 175*. doi:10.1007/s11270-006-9124-z

Wood, R. A., Orwell, R. L., Torpy, F., & Burchett, M. (2002). Potted-plant/growth media interactions and capacities for removal of volatiles from indoor air. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology, 77*(1), 120-129.

Yang, D. S., Pennisi, S. V., Son, K., & Kays, S. J. (2009). Screening indoor plants for volatile organic pollutant removal efficiency. *Hort Science, 44*, 81

4031899429 BUU iThesis 60920159 thesis / recv: 24062562 14:13:49 / seq: 35

4031899429 BUU iThesis 60920159 thesis / recv: 24062562 14:13:49 / seq: 35

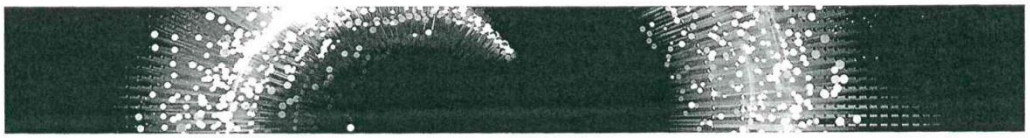
ภาคผนวก

4031899429 BUU iThesis 60920159 thesis / recv: 24062562 14:13:49 / seq: 35

ภาคผนวก ก

ใบรับรอง

Adobe® Creative Cloud For Teams



Company name :	BANGKOK RAYONG HOSPITAL CO.,LTD.
Contact name :	K. NAPHATCHANAN NAKSOMPONG
Email :	NAPHATCHANAN.NA@GLSICT.COM
Telephone :	+66 (0)38-921-999 Ext.5555
Address :	8 MOO 2, SAENGCHAN NERAMIT ROAD, NERNPRA, AMPHUR MUANG, RAYONG, 21150 THAILAND
VIP Number :	2A9D7F71FA69CF7B0AAA
Anniversary Date :	22 February 2019 (PT)
Reseller :	I.T.Solution Computer (Thailand) Co.,Ltd.
Product :	Photoshop CC
No of Seats :	1
Description :	CUS-14817

Customer Support :

I.T.Solution Computer(Thailand) Co.,Ltd.
937 Srinakarin Rd., Suanluang, Suanluang, Bangkok 10250 Thailand
Home page : www.itsolution.co.th
Tel : (66) 0-2725-6400 Fax : (66) 0-2725-6499

***Thank you for purchasing adobe creative cloud for team.**

4031899429
BUU iThesis 60920159 thesis / recv: 24062562 14:13:49 / seq: 35

CERTIFICATE OF CALIBRATION AND TESTING

TSI Incorporated, 500 Cardigan Road, Shoreview, MN 55126 USA
Tel: 1-800-874-2811 1-651-490-2811 Fax: 1-651-490-3824 http://www.tsi.com

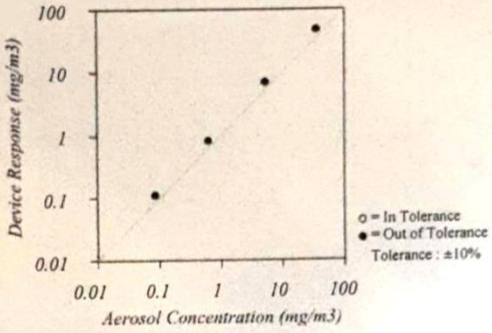
Environment Conditions		
Temperature	74.55 (23.6)	°F (°C)
Relative Humidity	24.6	%RH
Barometric Pressure	29.29 (991.9)	inHg (hPa)

Model	8533
Serial Number	8533160404

☐ As Left ☒ As Found

☐ In Tolerance ☒ Out of Tolerance

Concentration Linearity Plot



System ID: DTI101-02

FLOW AND PRESSURE VERIFICATION — SYSTEM DTI101-02

Parameter	Standard	Measured	Allowable Range	Parameter	Standard	Measured	Allowable Range
Flow lpm	3.00	3.05	2.85 ~ 3.15	Pressure kPa	99.2	99.2	94.25 ~ 104.18

Pump run time: 630 Hours, Pump voltage: 203 Bits

TSI Incorporated does hereby certify that all materials, components, and workmanship used in the manufacture of this equipment are in strict accordance with the applicable specifications agreed upon by TSI and the customer and with all published specifications. All performance and acceptance tests required under this contract were successfully conducted according to required specifications. There is no NIST standard for optical mass measurements. Calibration of this instrument performed by TSI has been done using emery oil and has been nominally adjusted to respirable mass per standard ISO 12103-1, A1 test dust (Arizona dust). Our calibration ratio is greater than 1.2 !

Measurement Variable	System ID	Last Cal.	Cal. Due
Temp/Humidity	E005657	02-28-18	02-28-19
DC Voltage	E003314	05-02-18	05-31-19
Photometer	E003319	07-31-18	01-31-19
1 um PSL	698880	n/a	n/a
10 um PSL	198441	n/a	n/a
Flowmeter	E004025	06-06-18	06-30-19

Measurement Variable	System ID	Last Cal.	Cal. Due
Temp/Humidity	E005656	03-01-18	03-31-19
DC Voltage	E003315	05-17-18	05-31-19
Microbalance	M001324	10-03-18	10-31-20
3 um PSL	180387	n/a	n/a
Pressure	E003511	10-29-18	10-31-19

Verified

November 19, 2018
Date

4031899429
BUU iThesis 60920159 thesis / recv: 24062562 14:13:49 / seq: 35

INNOVATIVE INSTRUMENT CALIBRATION LAB
INNOVATIVE INSTRUMENT CO., LTD. HEAD OFFICE
7/139 MOO 13, SOI SUNTINAKORN 11 TAMBON BANG KAEO,
AMPHOE BANG PHLI SAMUT PRAKAN PROVINCE 10540 THAILAND
TEL: (6600-2116-5160-1 FAX: (6600-2116-7140

Certificate of Calibration

Customer

Name : Innovative Instrument Co., Ltd.

Address : 7/139 Moo 13, Soi suntinakorn 11, Bangkaeo,Bangphli, Samutprakarn ,10540, Thailand.

Certificate No : 18-GDM-018

Request No : Req-2018-0918

Unit Under Calibration Details

Measurement Item	: Gas Detection Monitor	Resolution	: 0.1, 1 PPM
Manufacturer	: TSI	Sensor Type	: CO , CO2
Model	: 7575-X	Serial Number	: 28936 , -
Serial Number	: 7575X1728001	Intrument Status	: Used
ID	: -		

Calibration Environment and Details

Temperature	: 18.0 - 28.0 °C
Humidity	: 35.0 - 65.0 %RH
Barometric Pressure	: 850 - 1200 hpa
Received Date	: 03-Oct-18
Calibration Date	: 07-Nov-18
Calibration By	: Mr. Noppadon Luangart
Location of Calibration	: -
Calibration Procedure	: The measurement was done in accodance with CP-GDM-01 (Inhouse Method)

Reference Standard	Model / Lot #	Serial Number	Traceable	Due Calibration
Thermo Hygrometer	SD700	Q597552	NIMT	03-Aug-19
Carbonmonoxide	100 ppm	5-198-67	NIST	26-Jan-19
Carbondioxside	1000 ppm	7-004-1	NIST	01-Mar-20

Traceability : This certificate providoes traceability of measurement to recognized national standard, and to the realization of the international System of Units (SI).

Note

The reported uncertainty is based on standard uncertainty multiplied by the Coverage Factor k=2, providing a level of confifence approximately 95 %.

Calibrated By : _____
Calibration Officer

Approved By : _____
Mr. Pijit Lakkham
Tecnical Manager

Issue Date : 08-Nov-18

The results relaed only to the item calibrated. The certificate shall not be reproduced except in full, without written approval of the Innovative Instrument Co., Ltd.

4031899429
BUU iThesis 60920159 thesis / recv: 24062562 14:13:49 / seq: 35

INNOVATIVE INSTRUMENT CALIBRATION LAB
INNOVATIVE INSTRUMENT CO., LTD. HEAD OFFICE
7139 MOO 13, SOI SUNTINAKORN 11 TAMBON BANG KAEO,
AMPHOE BANG PHLI SAMUT PRAKAN PROVINCE 10540 THAILAND
TEL: (662)-2116-5160-1 FAX: (662)-2116-7140

Certificate No : 18-GDM-018

Calibration Result : Adjustment

Request No : Req-2018-0918

Gas Calibration

Gas Calibration	Gas Standard (ppm)	Without Adjustment		Adjustment		Uncertainty 95% (ppm)
		UUC Reading (ppm)	Corection (ppm)	UUC Reading (ppm)	Corection (ppm)	
Carbonmonoxide	100	93.0	7.0	100.1	-0.1	2.3
Carbondioxside	1000	953	47	1000	0	23.1

Not

The UUC Reading are average of 4 value.

Corection = Gas Standard - UUC Reading

End of Certificate

The results related only to the item calibrated. The certificate shall not be reproduced except in full, without written approval of the Innovative Instrument Co., Ltd.

4031899429
BUU iThesis 60920159 thesis / recv: 24062562 14:13:49 / seq: 35

4031899429
BUU iThesis 60920159 thesis / recv: 24062562 14:13:49 / seq: 35

ภาคผนวก ข

แบบสอบถาม

แบบสอบถามเพื่อการวิจัย

เรื่อง ประสิทธิผลของต้นพลูด่างในการลดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์
อนุภาคแขวนลอย และ กลุ่มอาการเจ็บป่วยจากอาคารของพนักงานธุรการ
ในโรงพยาบาลแห่งหนึ่งของจังหวัดระยอง

ตอนที่ 1 : สถานภาพทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

คำชี้แจงของผู้ตอบแบบสอบถาม : โปรดเขียนเครื่องหมาย ✓ลงในหน้าข้อความซึ่งตรงกับสภาพความเป็นจริงของท่าน

1. ข้อมูลส่วนบุคคล

- ❑ เพศ
  - ❑ ชาย
  - ❑ หญิง
- ❑ อายุ.....ปี
- ❑ โรคประจำตัวที่มี.....
  - ❑ เป็น กำลังรักษา.....ปี
  - ❑ เป็น ไม่ได้รักษา
  - ❑ ไม่เป็น
- ❑ ประวัติการทำงานที่เกี่ยวข้องกับการการจัดพิมพ์และ ถ่ายเอกสารจากเครื่องถ่ายเอกสาร เครื่องโรเนียว เครื่องพิมพ์ดีด เครื่องคอมพิวเตอร์ และเครื่องพิมพ์เลเซอร์ เครื่องถ่ายพิมพ์เขียวในโรงพยาบาล.....ปี
- ❑ ชั่วโมงการทำงานต่อวันที่ต้องทำงานเกี่ยวข้องกับการจัดพิมพ์และ ถ่ายเอกสารจากเครื่องถ่ายเอกสาร เครื่องโรเนียว เครื่องพิมพ์ดีด เครื่องคอมพิวเตอร์ และเครื่องพิมพ์เลเซอร์ เครื่องถ่ายพิมพ์เขียว.....ชั่วโมง

4031899429 BUU iThesis 60920159 thesis / recv: 24062562 14:13:49 / seq: 35

ตอนที่ 2 : ข้อมูลเกี่ยวกับกลุ่มอาการเจ็บป่วยจากอาคาร

คำชี้แจงสำหรับผู้ตอบ : แบบสอบถามนี้ มีความต้องการสอบถามข้อมูลด้านสุขภาพเกี่ยวกับกลุ่มอาการเจ็บป่วยจากอาคารของท่าน ที่มีต่อการทำงานธุรการในอาคารของโรงพยาบาล โปรดอ่านและพิจารณาตอบคำถาม โดยทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ท่านเห็นว่าตรงกับความเป็นจริงที่สุด ประสบการณ์ที่ท่านเคยเกิดปัญหาอาการดังต่อไปนี้ขณะทำงานในรอบ 1 สัปดาห์ที่ผ่านมา

ข้อ	กลุ่มอาการเจ็บป่วยจากอาคาร	ความถี่ของอาการ			
		7 วันต่อสัปดาห์	4-6 ครั้งต่อสัปดาห์	2-3 ครั้งต่อสัปดาห์	น้อยกว่า 1 ครั้งต่อสัปดาห์
กลุ่มอาการคัดจมูก					
1	คัดจมูก				
2	คันจมูก				
3	จาม				
4	น้ำมูกไหล				
กลุ่มอาการลำคอและทางเดินหายใจ					
1	ระคายคอ				
2	เจ็บคอ				
3	หายใจสั้น				
4	หายใจติดขัด				
กลุ่มอาการระคายเคืองตา					
1	ตาแห้ง				
2	แสบตา				
3	ปวดตา				
4	คันตา				
5	ตาแดง				
6	ระคายเคืองตา				
กลุ่มอาการปวดศรีษะ มึนงง เมื่อยล้า					
1	ปวดศรีษะ				

4031899429 BUU iThesis 60920159 thesis / recv: 24062562 14:13:49 / seq: 35

ข้อ	กลุ่มอาการเจ็บป่วยจากอาคาร	ความถี่ของอาการ			
		7 วันต่อสัปดาห์	4-6 ครั้งต่อสัปดาห์	2-3 ครั้งต่อสัปดาห์	น้อยกว่า 1 ครั้งต่อสัปดาห์
2	เวียนศรีษะ				
3	คลื่นไส้				
4	เหนื่อยล้า				
5	เซื่องซึม				

“ขอขอบพระคุณทุกท่านที่ให้ความร่วมมือ”

4031899429 BUU iThesis 60920159 thesis / recv: 24062562 14:13:49 / seq: 35

4031899429 BUU iThesis 60920159 thesis / recv: 24062562 14:13:49 / seq: 35

ภาคผนวก ค

ความถี่ของโรค

ข้อมูลความถี่ของกลุ่มอาการเจ็บป่วยจากอาคารก่อนการจัดวางพลูด่าง

ข้อ	กลุ่มอาการเจ็บป่วยจากอาคาร	ความถี่ของอาการ			
		7 วันต่อสัปดาห์	4-6 ครั้งต่อสัปดาห์	2-3 ครั้งต่อสัปดาห์	น้อยกว่า 1 ครั้งต่อสัปดาห์
กลุ่มอาการคัดจมูก (คน)					
1	คัดจมูก	0	7	17	23
2	คันจมูก	0	11	14	22
3	จาม	0	10	15	22
4	น้ำมูกไหล	0	3	15	29
กลุ่มอาการลำคอและทางเดินหายใจ (คน)					
1	ระคายคอ	0	9	15	23
2	เจ็บคอ	0	6	19	22
3	หายใจสั้น	1	6	7	33
4	หายใจติดขัด	0	7	9	31
กลุ่มอาการระคายเคืองตา (คน)					
1	ตาแห้ง	6	10	17	14
2	แสบตา	6	10	20	11
3	ปวดตา	6	12	16	13
4	คันตา	4	9	17	17
5	ตาแดง	0	6	6	35
6	ระคายเคืองตา	2	9	20	16

4031899429 BUU iThesis 60920159 thesis / recv: 24062562 14:13:49 / seq: 35

ข้อ	กลุ่มอาการเจ็บป่วยจากอาคาร	ความถี่ของอาการ			
		7 วันต่อสัปดาห์	4-6 ครั้งต่อสัปดาห์	2-3 ครั้งต่อสัปดาห์	น้อยกว่า 1 ครั้งต่อสัปดาห์
กลุ่มอาการปวดศรีษะ มึนงง เมื่อยล้า (คน)					
1	ปวดศรีษะ	3	11	19	14
2	เวียนศรีษะ	0	6	15	26
3	คลื่นไส้	0	3	8	36
4	เหนื่อยล้า	2	16	15	14
5	เซื่องซึม	1	6	8	32

ข้อมูลความถี่ของกลุ่มอาการเจ็บป่วยจากอาคารครั้งที่ 1 หลังการจัดวางพลูด่าง

ข้อ	กลุ่มอาการเจ็บป่วยจากอาคาร	ความถี่ของอาการ			
		7 วันต่อสัปดาห์	4-6 ครั้งต่อสัปดาห์	2-3 ครั้งต่อสัปดาห์	น้อยกว่า 1 ครั้งต่อสัปดาห์
กลุ่มอาการคัดจมูก (คน)					
1	คัดจมูก	0	3	15	29
2	คันจมูก	0	4	11	30
3	จาม	0	6	18	25
4	น้ำมูกไหล	0	1	8	38

4031899429 BUU iThesis 60920159 thesis / recv: 24062562 14:13:49 / seq: 35

ข้อ	กลุ่มอาการเจ็บป่วยจากอาคาร	ความถี่ของอาการ			
		7 วันต่อสัปดาห์	4-6 ครั้งต่อสัปดาห์	2-3 ครั้งต่อสัปดาห์	น้อยกว่า 1 ครั้งต่อสัปดาห์
กลุ่มอาการลำคอและทางเดินหายใจ (คน)					
1	ระคายคอ	1	4	12	30
2	เจ็บคอ	0	5	12	30
3	หายใจสั้น	0	3	7	37
4	หายใจติดขัด	0	1	9	37
กลุ่มอาการระคายเคืองตา (คน)					
1	ตาแห้ง	1	9	12	25
2	แสบตา	2	6	19	20
3	ปวดตา	2	7	19	19
4	คันตา	1	4	19	33
5	ตาแดง	0	0	7	40
6	ระคายเคืองตา	0	4	17	26
กลุ่มอาการปวดศรีษะ มึนงง เมื่อยล้า (คน)					
1	ปวดศรีษะ	2	7	14	24
2	เวียนศรีษะ	0	8	10	28
3	คลื่นไส้	0	4	4	39
4	เหนื่อยล้า	3	6	14	24
5	เซื่องซึม	0	1	8	38

4031899429 BUU iThesis 60920159 thesis / recv: 24062562 14:13:49 / seq: 35

ข้อมูลความถี่ของกลุ่มอาการเจ็บป่วยจากอาคารครั้งที่ 2 หลังการจัดวางพลูด่าง

ข้อ	กลุ่มอาการเจ็บป่วยจากอาคาร	ความถี่ของอาการ			
		7 วันต่อสัปดาห์	4-6 ครั้งต่อสัปดาห์	2-3 ครั้งต่อสัปดาห์	น้อยกว่า 1 ครั้งต่อสัปดาห์
กลุ่มอาการคัดจมูก (คน)					
1	คัดจมูก	0	6	13	28
2	คันจมูก	0	7	13	27
3	จาม	1	4	16	26
4	น้ำมูกไหล	0	3	9	35
กลุ่มอาการลำคอและทางเดินหายใจ (คน)					
1	ระคายคอ	0	3	10	34
2	เจ็บคอ	0	4	8	35
3	หายใจสั้น	0	2	8	37
4	หายใจติดขัด	0	2	5	40
กลุ่มอาการระคายเคืองตา (คน)					
1	ตาแห้ง	0	11	14	22
2	แสบตา	2	9	11	25
3	ปวดตา	2	7	13	25
4	คันตา	0	5	14	28
5	ตาแดง	0	2	5	40
6	ระคายเคืองตา	1	2	18	36

4031899429 BUU iThesis 60920159 thesis / recv: 24062562 14:13:49 / seq: 35

ข้อ	กลุ่มอาการเจ็บป่วยจากอาคาร	ความถี่ของอาการ			
		7 วันต่อสัปดาห์	4-6 ครั้งต่อสัปดาห์	2-3 ครั้งต่อสัปดาห์	น้อยกว่า 1 ครั้งต่อสัปดาห์
กลุ่มอาการปวดศรีษะ มึนงง เมื่อยล้า (คน)					
1	ปวดศรีษะ	2	3	14	28
2	เวียนศรีษะ	1	3	9	34
3	คลื่นไส้	0	0	1	46
4	เหนื่อยล้า	3	5	12	27
5	เซื่องซึม	0	0	10	37

4031899429 BUU iThesis 60920159 thesis / recv: 24062562 14:13:49 / seq: 35

4031899429 BUU iThesis 60920159 thesis / recv: 24062562 14:13:49 / seq: 35

ภาคผนวก ง

ผลการพิจารณาจริยธรรมงานวิจัย

AF 06-13.1
ที่ ๐๐๒/๒๕๖๒

เอกสารรับรองผลการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์
คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

4031899429 BUU iThesis 60920159 thesis / recv: 24062562 14:13:49 / seq: 35

คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้พิจารณาโครงการวิจัย

รหัสโครงการวิจัย IRB ๐๐๒/๒๕๖๒

โครงการวิจัยเรื่อง ประสิทธิผลของต้นพลูด่างในการลดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ อนุภาคแขวนลอยในอากาศ และกลุ่มอาการเจ็บป่วยจากอาคารของพนักงานธุรการในโรงพยาบาลแห่งหนึ่งของจังหวัดระยอง (THE EFFECTIVENESS OF E.AUREUM IN REDUCING CARBON DIOXIDE, PARTICULAR MATTER AND SICK BUILDING SYNDROME AMONG OFFICE WORKERS IN A HOSPITAL IN RAYONG PROVINCE)

หัวหน้าโครงการวิจัย นางสาวเกวลี แสดงฤทธิ์ รหัสนิสิต ๖๐๙๒๐๑๕๙
หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชา อาชีวอนามัยและความปลอดภัย

คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา คณะสาธารณสุขศาสตร์ ได้พิจารณาแล้วเห็นว่าเป็นไปตามหลักการของจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ โดยที่ผู้วิจัยเคารพสิทธิและศักดิ์ศรีในความเป็นมนุษย์ ไม่มีการละเมิดสิทธิ สวัสดิภาพ และไม่ก่อให้เกิดภยันตรายแก่ตัวอย่างการวิจัยและผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย

จึงเห็นสมควรให้ดำเนินการวิจัยในขอบข่ายของโครงการวิจัยที่เสนอได้ (ดูตามเอกสารตรวจสอบ)

๑. เอกสารโครงการวิจัยฉบับภาษาไทย ฉบับที่ ๑ วันที่ ๕ เดือน มีนาคม พ.ศ. ๒๕๖๒
๒. เอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย ฉบับที่ ๑ วันที่ ๕ เดือน มีนาคม พ.ศ. ๒๕๖๒
๓. เอกสารแบบแสดงความยินยอมของผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย ฉบับที่ ๑ วันที่ ๕ เดือน มีนาคม พ.ศ. ๒๕๖๒
๔. เอกสารแสดงรายละเอียดเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยซึ่งผ่านการพิจารณาจากผู้ทรงคุณวุฒิแล้ว หรือชุดที่ใช้เก็บข้อมูลจริงจากผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย ฉบับที่ ๑ วันที่ ๕ เดือน มีนาคม พ.ศ. ๒๕๖๒
๕. เอกสารอื่น ๆ (ถ้ามี) ฉบับที่ ๑ วันที่ ๕ เดือน มีนาคม พ.ศ. ๒๕๖๒

การรับรองผลการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ฉบับนี้ มีผลถึงวันที่ ๕ เดือนมีนาคม พ.ศ. ๒๕๖๓

ออกให้ ณ วันที่ ๕ เดือน มีนาคม พ.ศ. ๒๕๖๒

ลงนาม.....
(นางสาวปาจรีย์ ลับดุลลากาซิม)
ประธานกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา
คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

AF 06-01

แบบเสนอเพื่อขอรับการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยบูรพา

ส่วนที่ 1 ข้อมูลเบื้องต้น

1. รหัสโครงการวิจัย :..... IRB 002/2562 .....

1.1 ชื่อโครงการวิจัย (ภาษาไทย) **ประสิทธิผลของต้นพลูด่างในการลดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ อนุภาคแขวนลอยในอากาศ และกลุ่มอาการเจ็บป่วยจากอาคารของพนักงานธุรการในโรงพยาบาลแห่งหนึ่งของจังหวัดระยอง**

1.2 ชื่อโครงการวิจัย (ภาษาอังกฤษ) **THE EFFECTIVENESS OF E.AUREUM IN REDUCING CARBON DIOXIDE, PARTICULAR MATTER AND SICK BUILDING SYNDROME AMONG OFFICE WORKERS IN A HOSPITAL IN RAYONG PROVINCE**

2. คณะผู้วิจัย

2.1 หัวหน้าโครงการวิจัย

ชื่อ – สกุล เกวลี แสดงฤทธิ์ รหัสนิสิต 60920159
หลักสูตร วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาธารณสุขศาสตร์ สาขวิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย
หน่วยงานทีสังกัด คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
โทรศัพท์ 081-9803769 E-mail: **motisna@gmail.com**

2.2 ผู้ร่วมวิจัย

(1) ชื่อ – สกุล ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ศรีรัตน์ ล้อมพงศ์
หน่วยงานทีสังกัด คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
E-mail: sriratl@hotmail.com

2.2 ผู้ร่วมวิจัย

(1) ชื่อ – สกุล รองศาสตราจารย์ ดร. นันทพร ภัทรพุทธ
หน่วยงานทีสังกัด คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
E-mail: nantapornph@gmail.com

4031899429 BUU iThesis 60920159 thesis / recv: 24062562 14:13:49 / seq: 35

AF 06-01

3. วัตถุประสงค์ของการขอรับการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ ครั้งนี้เพื่อ

☐ ประกอบการยื่นขอรับทุนสนับสนุนการวิจัย โปรดระบุหน่วยงานที่ขอทุน.....
(เมื่อได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยแล้ว ต้องขอรับการพิจารณาจริยธรรมฯ เพื่อดำเนินการวิจัยอีกครั้ง)

☑ ดำเนินโครงการวิจัยให้เป็นไปตามหลักจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ โดยได้รับงบประมาณสนับสนุนโครงการวิจัย จาก

☐ งบประมาณเงินรายได้ (เงินอุดหนุนจากรัฐบาล)
ปีงบประมาณ พ.ศ. .....จำนวนเงิน.....บาท

☐ งบประมาณเงินรายได้ส่วนงาน..... มหาวิทยาลัยบูรพา
ปีงบประมาณ พ.ศ. .....จำนวนเงิน.....บาท

☐ องค์กรเอกชน (NGO : Non Government Organization)
ชื่อองค์กรเอกชน.....
ระยะเวลาที่รับทุนวันที่ .....ถึงวันที่.....
จำนวนเงิน.....บาท

☐ หน่วยงานอื่น ๆ ระบุ.....
ระยะเวลาที่รับทุนวันที่ .....ถึง วันที่.....
จำนวนเงิน.....บาท

ส่วนที่ 2 ลักษณะสำคัญของโครงการวิจัย

ลักษณะสำคัญ	ใช่	ไม่ใช่
ก. โครงการวิจัยที่สามารถให้การรับรองโดยยกเว้นการลงมติตัดสินจากที่ประชุม (Exemption Determination) ต้องมีลักษณะข้อใดข้อหนึ่ง ดังนี้		
1. เป็นวิจัยทางด้านการศึกษาที่ดำเนินการในโรงเรียนหรือในสถาบันที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนตามแนวปฏิบัติหรือวิธีการที่เป็นมาตรฐาน	[ ]	[/]
2. เป็นการวิจัยที่เกี่ยวกับการประเมินประสิทธิภาพของเทคนิคการสอน / การบริหารจัดการชั้นเรียน / การบริหารหลักสูตร / การประกันคุณภาพการศึกษา	[ ]	[/]
3. เป็นการวิจัยเพื่อเปรียบเทียบเทคนิคการสอน / การบริหารจัดการชั้นเรียน ซึ่งเป็นวิธีการมาตรฐานที่ได้ดำเนินการในโรงเรียนหรือในสถาบันการศึกษา	[ ]	[/]

4031899429 BUU iThesis 60920159 thesis / recv: 24062562 14:13:49 / seq: 35

AF 06-01

ลักษณะสำคัญ	ใช่	ไม่ใช่
4. เป็นการวิจัยที่ใช้ผลการทดสอบทางการศึกษา (Cognitive, Diagnostic, Attitude, Achievement) / ใช้ข้อมูลในแบบบันทึกข้อมูลของหน่วยงานการศึกษา โดยได้รับความยินยอมจากผู้รับผิดชอบข้อมูลแล้ว ซึ่งข้อมูลดังกล่าวไม่สามารถเชื่อมโยงถึงเจ้าของข้อมูลได้	[ ]	[/]
หากเป็นการวิจัยตาม ข้อ 1 ถึง ข้อ 4 นั้น ต้องไม่มีลักษณะใดลักษณะหนึ่ง ดังต่อไปนี้ ก. ใช้วิธีการหรือเทคนิคการสอนแบบใหม่ ซึ่งยังไม่เคยมีการใช้มาก่อน ข. ปฏิบัติต่อนักเรียน/ผู้เรียนในชั้นเรียนเดียวกันหรือกลุ่มเดียวกันที่แตกต่างกัน ค. มีกิจกรรมที่อาจมีผลให้นักเรียน หรือผู้เรียนต้องใช้แรงมากกว่าปกติ หรือใช้วิธีการที่ไม่ปกติจนอาจเกิดอันตรายต่อร่างกายและหรือจิตใจของนักเรียน หรือ ผู้เรียนได้	[ ]	[/]
5. การวิจัยที่เก็บข้อมูลด้วยวิธีการสำรวจ (Survey) สัมภาษณ์ (Interview) หรือ สังเกต (Observe) พฤติกรรมสาธารณะของประชาชนทั่วไป ทั้งนี้ ข้อมูลนั้นต้องไม่สามารถเชื่อมโยงถึงเจ้าของข้อมูลเป็นรายบุคคลและไม่มีผลกระทบต่อบุคคลทางสังคม ทำให้เกิดการเสื่อมเสียภาพลักษณ์ การดำเนินชีวิต การทำงาน สวัสดิการ เศรษฐกิจ รวมทั้งความเสี่ยงทางกฎหมาย	[/]	[ ]
6. การวิจัยที่เก็บข้อมูลจากฐานข้อมูลที่เปิดเผยต่อสาธารณชน เช่น website ประกาศของหน่วยงานต่าง ๆ เป็นต้น	[ ]	[/]
7. การวิจัยที่เก็บข้อมูลจากสิ่งส่งตรวจทางพยาธิวิทยา หรือห้องปฏิบัติการ หรือจากเวชระเบียนของหน่วยบริการสุขภาพ โดยวิธีการเก็บข้อมูลไม่สามารถเชื่อมโยงถึงเจ้าของข้อมูลเป็นรายบุคคลไม่ว่าทางตรงหรือทางอ้อม ทั้งนี้ ต้องได้รับความยินยอมจากผู้รับผิดชอบข้อมูล ตลอดจนไม่สามารถเข้าถึงข้อมูลอื่น ๆ ที่นอกเหนือจากที่ได้ระบุไว้ในโครงการวิจัยที่ขอรับการพิจารณารับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์เท่านั้น	[ ]	[/]
8. การวิจัยเพื่อการประเมินคุณภาพ / ความพึงพอใจของผู้มารับบริการของหน่วยงาน เพื่อประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพการปฏิบัติงานของหน่วยงานนั้น โดยวิธีการเก็บข้อมูลไม่สามารถเชื่อมโยงถึงเจ้าของข้อมูลเป็นรายบุคคล	[ ]	[/]

4031899429 BUU iThesis 60920159 thesis / recv: 24062562 14:13:49 / seq: 35

AF 06-01

ลักษณะสำคัญ	ใช่	ไม่ใช่
9. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการทดสอบคุณภาพและรสชาติอาหาร โดยอาหารที่ทดสอบนั้นต้องไม่มีสิ่งเจือปนอื่นนอกเหนือจากสารที่ใช้เป็นอาหารตามธรรมชาติเท่านั้น หากมีการปรุงแต่งอาหาร หรือมีสารเคมีจากการเกษตรกรรม หรือสารเคมีจากสิ่งแวดล้อมต้องมีระดับที่ไม่เป็นอันตราย หรือต้องมีปริมาณที่น้อยกว่าปริมาณที่บ่งถึงอันตรายตามเกณฑ์ซึ่งสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา (อย.) กำหนด ทั้งนี้ผู้วิจัยต้องระบุข้อมูลดังกล่าวที่มาจากแหล่งอ้างอิงที่เชื่อถือได้บันทึกในเอกสารโครงการวิจัยด้วย	[ ]	[/]
สรุป มีลักษณะเป็น Exemption Determination	[ ]	[/]

4031899429 BUU iThesis 60920159 thesis / recv: 24062562 14:13:49 / seq: 35

AF 06-01

ลักษณะสำคัญ	ใช่	ไม่ใช่
ข. โครงการวิจัยที่เข้ารับการพิจารณาแบบเร็ว (Expedited Reviews) มีลักษณะครบทุกข้อต่อไปนี้		
1. การวิจัยที่ไม่ใช่การศึกษาผลทางคลินิก หรือการวิจัยด้วยการทดลองทางคลินิก (Clinical Trial / Clinical Intervention)	[/]	[ ]
2. การวิจัยที่มีความเสี่ยงระดับน้อย ตามลักษณะข้อใดข้อหนึ่ง ดังนี้ 2.1 ทำการเก็บตัวอย่างเลือดจากผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย โดยการเจาะจากปลายนิ้วหรือส้นเท้า / ติ่งหูในกรณีที่เป็นเด็กทารก [ ] ใช่ [/] ไม่ใช่	[ ]	[/]
2.2 ทำการเก็บตัวอย่างเลือดจากผู้เข้าร่วมโครงการวิจัยที่เป็นผู้ใหญ่ที่มีสุขภาพแข็งแรงและไม่ใช่หญิงตั้งครรภ์ น้ำหนักตัวไม่ต่ำกว่า 50 กิโลกรัม ด้วยการเจาะจากหลอดเลือดดำส่วนปลาย โดยผู้เป็นบุคลากรวิชาชีพและมีประสบการณ์ ทั้งนี้ในปริมาณเลือดไม่เกิน 3 มิลลิลิตร (mL) ต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม และจำนวนครั้งที่เจาะไม่บ่อยกว่าสัปดาห์ละ 2 ครั้ง [ ] ใช่ [/] ไม่ใช่		
2.3 เป็นการเก็บข้อมูลจากรายงานต่างๆ หรือผลการตรวจตัวอย่างสิ่งส่งตรวจ(Specimens) จากหน่วยงานที่ได้รับการเก็บไว้เพื่อการตรวจรักษาตามปกติ มิใช่เพื่อการวิจัย โดยได้รับความยินยอมจากผู้รับผิดชอบข้อมูลแล้ว ซึ่งข้อมูลดังกล่าวไม่สามารถเชื่อมโยงถึงเจ้าของข้อมูลได้ [ ] ใช่ [/] ไม่ใช่		
2.4 เป็นการใช้ตัวอย่างสิ่งส่งตรวจ (Specimens) ทางห้องปฏิบัติการที่เหลือ ซึ่งไม่ใช่การตรวจทางพันธุศาสตร์และไม่สามารถเชื่อมโยงถึงผู้ที่เป็นเจ้าของสิ่งส่งตรวจได้ ไม่ว่าทางตรงหรือทางอ้อม [ ] ใช่ [/] ไม่ใช่		
2.5 เป็นการเก็บข้อมูลจากเสียงหรือภาพที่บันทึกไว้แล้ว ด้วยการสำเนาจากกล้องหรือวิดิทัศน์ มิได้กระทำกับผู้ให้ข้อมูลโดยตรง และเสียงหรือภาพนั้นต้องไม่สามารถเชื่อมโยงถึงเจ้าของเป็นรายบุคคล ตลอดจนไม่มีผลกระทบต่อบุคคลทางสังคม ทำให้เกิดการเสื่อมเสียภาพลักษณ์ การดำเนินชีวิต การทำงาน สวัสดิการ เศรษฐกิจ รวมทั้งความเสี่ยงทางกฎหมาย [ ] ใช่ [/] ไม่ใช่		

4031899429 BUU iThesis 60920159 thesis / recv: 24062562 14:13:49 / seq: 35

AF 06-01

ลักษณะสำคัญ	ใช่	ไม่ใช่
3. การวิจัยที่ไม่มีผลกระทบต่อบุคคล สิ่งแวดล้อม และสังคม ไม่ทำให้เกิดการเสื่อมเสียภาพลักษณ์ การดำเนินชีวิต การทำงาน สวัสดิการ เศรษฐกิจ รวมทั้งความเสี่ยงทางกฎหมายหรือถูกดำเนินคดีตามกฎหมาย	[/]	[ ]
สรุป มีลักษณะเป็น Expedited Reviews	[ ]	[/]

4031899429 BUU iThesis 60920159 thesis / recv: 24062562 14:13:49 / seq: 35

AF 06-01

ลักษณะสำคัญ	ใช่	ไม่ใช่
ค. โครงการวิจัยที่เข้ารับการพิจารณาเต็มชุด (Full Board) มีลักษณะข้อใดข้อหนึ่งดังนี้		
1. เป็นการวิจัยทดลอง หรือการเก็บข้อมูลในกลุ่มเปราะบาง (Vulnerable Groups) ซึ่งได้แก่กลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง ต่อไปนี้	[ ]	[/]
1.1 ทารกในครรภ์/ตัวอ่อน [ ]ใช่ [/]ไม่ใช่		
1.2 ทารก เด็ก ผู้เยาว์ (อายุต่ำกว่า 18 ปี) [ ]ใช่ [/]ไม่ใช่		
1.3 สตรีมีครรภ์ [ ]ใช่ [/]ไม่ใช่		
1.4 ผู้ต้องหา หรือผู้ต้องขัง [ ]ใช่ [/]ไม่ใช่		
1.5 แรงงานต่างด้าว [ ]ใช่ [/]ไม่ใช่		
1.6 ผู้ป่วยโรคติดเชื้อร้ายแรง หรือผู้ป่วยเรื้อรัง [ ]ใช่ [/]ไม่ใช่		
1.7 ผู้ที่ไม่สามารถตัดสินใจได้ด้วยตนเอง เช่น ผู้ที่มีภาวะสมองเสื่อม หมดสติ ผู้ป่วยไม่รู้สึกตัว ฯลฯ [ ]ใช่ [/]ไม่ใช่		
1.8 นักเรียน/ นักศึกษา/ ทหารเกณฑ์/ ผู้ใต้บังคับบัญชา [ ]ใช่ [/]ไม่ใช่		
1.9 ผู้ด้อยโอกาสทางสังคม เช่น ขอทาน คนพิการ ผู้เร่ร่อน หรือผู้มีอาชีพขายบริการ ฯลฯ [ ]ใช่ [/]ไม่ใช่		
2. เป็นการวิจัยทดลองที่ใช้วิธีการใหม่ / วิธีการที่ไม่ปกติ / เครื่องมืออุปกรณ์ทางการแพทย์แบบใหม่/ หรือเวชภัณฑ์ใหม่ ฯลฯ	[ ]	[/]
3. เป็นการวิจัยอื่น ๆ ที่ไม่ใช่การวิจัยในกลุ่มโครงการวิจัยที่สามารถให้การรับรองโดยยกเว้นการลงมติตัดสินจากที่ประชุม (Exemption Determination) และโครงการวิจัยที่เข้ารับการพิจารณาแบบเร็ว (Expedited Reviews)	[ ]	[/]
4. อื่นๆ ระบุ	[ ]	[ ]
สรุป มีลักษณะเป็น Full Board	**[ ]**	**[/]**

ส่วนที่ 3 หลักฐานแนบประกอบการพิจารณา

☐ 3.1 แบบเสนอเพื่อขอรับการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ (AF 06-01)

☐ 3.2 โครงร่างการวิจัย หรือโครงการวิจัย (ภาษาไทย และ/หรือ ภาษาอังกฤษ) พร้อมประวัติความรู้ความเชี่ยวชาญและประสบการณ์ด้านการวิจัย (Curriculum Vitae)

☐ 3.3 เอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย (Participant Information Sheet) (AF 06-02) และเอกสารแสดงความยินยอมของผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย (Consent Form) (AF 06-03)

☐ 3.4 แบบเก็บรวมรวบข้อมูล เช่น แบบบันทึกข้อมูล (Case Record Form, CRF) แบบสอบถามหรือสัมภาษณ์ หรืออื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง

4031899429 BUU iThesis 60920159 thesis / recv: 24062562 14:13:49 / seq: 35

☐ 3.5 แบบแสดงการขัดแย้งทางผลประโยชน์ (Conflict of Interest) (AF 06-04) กรณีที่โครงการวิจัยได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากหน่วยงานที่สร้างผลประโยชน์เชิงธุรกิจ เช่น บริษัทยา

☐ 3.6 เอกสารเพิ่มเติม ตามข้อกำหนดต่อไปนี้ (ถ้ามี)

☐ 3.6.1 เอกสารประกัน (Insurance) ถ้าเป็นโครงการวิจัยของบริษัทเอกชน

☐ 3.6.2 เอกสารที่มีการรับรองการวิจัยในประเทศ หรือหน่วยงานอื่นอยู่แล้ว

☐ 3.6.3 เอกสารรายละเอียดของเครื่องมือการวิจัย

☐ 3.7 เอกสารอื่น ๆ (โปรดระบุ).....

4031899429 BUU iThesis 60920159 thesis / recv: 24062562 14:13:49 / seq: 35

ส่วนที่ 4 รายละเอียดของโครงการวิจัย

1. วัตถุประสงค์การวิจัย :

1. เพื่อศึกษาประสิทธิผลของต้นพลูด่างในการลดความเข้มข้นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และอนุภาคแขวนลอยในอากาศในอาคารและกลุ่มอาการเจ็บป่วยจากอาคารของพนักงานธุรการในโรงพยาบาลแห่งหนึ่งของจังหวัดระยอง
2. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และปริมาณอนุภาคแขวนลอยในอากาศก่อนและหลังการจัดต้นพลูด่างไว้ในอาคาร
3. เพื่อเปรียบเทียบอัตราอุบัติการณ์ของกลุ่มอาการเจ็บป่วยจากอาคารของพนักงานธุรการก่อนและหลังการจัดต้นพลูด่างไว้ในอาคาร

2. ผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย (Participants) หรือกลุ่มตัวอย่าง (Samples / Subjects) : ให้ผู้วิจัยระบุรายละเอียดของผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย จำนวน และสถานที่ที่เก็บข้อมูลให้ชัดเจน

ผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย คือ พนักงานธุรการ หมายถึงพนักงานที่ทำงานในห้องปรับอากาศ เกี่ยวข้องกับการจัดพิมพ์และ ถ่ายเอกสาร ประกอบด้วยฝ่ายการพยาบาล ผู้ช่วยพยาบาล และเจ้าหน้าที่ธุรการ และเจ้าหน้าที่สาธารณสุข ในศูนย์ตรวจสุขภาพของโรงพยาบาลแห่งหนึ่งในจังหวัดระยอง ที่มีหน้าที่เกี่ยวข้องกับการจัดพิมพ์และ ถ่ายเอกสารจากเครื่องถ่ายเอกสาร เครื่องโรเนียว เครื่องพิมพ์ดีด เครื่องคอมพิวเตอร์ และเครื่องพิมพ์เลเซอร์ เครื่องถ่ายพิมพ์เขียว ของโรงพยาบาลแห่งหนึ่งในจังหวัดระยอง ปี 2562 จำนวน 68 คน

3. ระบุวิธีการได้มาซึ่งผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย/กลุ่มตัวอย่าง รวมทั้งเกณฑ์การคัดเข้า – คัดออกโดยละเอียด

ในงานวิจัยนี้ ใช้การสุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจงโดยมีเกณฑ์ดังต่อไปนี้

1. เกณฑ์คัดเข้า (Inclusion criteria)

1.1 เป็นผู้ยินดีเข้าร่วมในการวิจัยครั้งนี้

1.2 พนักงานธุรการที่ทำงานในโรงพยาบาลแห่งหนึ่งของจังหวัดระยอง ทำงานไม่ต่ำกว่า 3 เดือน

2. เกณฑ์คัดออก (Exclusion criteria)

2.1 มีโรคประจำตัวเกี่ยวกับทางเดินหายใจ หรืออยู่ในระหว่างการรักษาโรคเกี่ยวกับทาง เดินหายใจ ไมเกรน ภูมิแพ้ และโรคอื่น ๆ ที่อาจมีผลต่อการวินิจฉัย

2.1.1 เป็นผู้ที่ป่วยระหว่างการทดลองในโรคที่ทำให้ไม่สามารถเก็บข้อมูลต่อได้

2.1.2 เป็นผู้ที่ตอบแบบสอบถามไม่ครบตามที่ได้กำหนดไว้ทำให้ไม่สามารถเก็บข้อมูลต่อได้

4. ระบุวิธีดำเนินการวิจัย และกระบวนการเก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย/กลุ่มตัวอย่าง โดยละเอียด (หากเป็นการทดลองให้ระบุกิจกรรมการทดลองอย่างละเอียดของทุกกลุ่ม)

1. ตรวจสอบสถานที่ตั้งลักษณะภายในอาคาร พื้นที่การใช้งาน พื้นที่ห้อง ระบบปรับอากาศและสภาพแวดล้อมของพื้นที่ก่อนการทดลอง

2. การเก็บรวบรวมข้อมูลทั่วไปและข้อมูลอาการเจ็บป่วยจากอาคารในพนักงานก่อนการจัดวางต้นพลูด่าง ใช้แบบสัมภาษณ์กลุ่มอาการเจ็บป่วยจากอาคาร ได้ประยุกต์จาก แบบสอบถามปัญหาสุขภาพของผู้ที่อยู่ในอาคารจากคู่มือการปฏิบัติงาน เพื่อการตรวจประเมินคุณภาพอากาศภายในอาคารสำหรับเจ้าหน้าที่ สำนักอนามัยสิ่งแวดล้อม กรมอนามัย โดยการสัมภาษณ์พนักงานธุรการ ขณะทำการตรวจวัดคุณภาพของอากาศครั้งแรกก่อนการจัดวางพลูด่าง

3. การเก็บรวบรวมข้อมูลอาการเจ็บป่วยจากอาคารในพนักงานธุรการหลังการจัดวางต้นพลูด่าง ใช้แบบสัมภาษณ์กลุ่มอาการเจ็บป่วยจากอาคาร ได้ประยุกต์จาก แบบสอบถามปัญหาสุขภาพของผู้ที่อยู่ในอาคารจากคู่มือการปฏิบัติงาน เพื่อการตรวจประเมินคุณภาพอากาศภายในอาคารสำหรับเจ้าหน้าที่ สำนักอนามัยสิ่งแวดล้อม กรมอนามัย โดยการสัมภาษณ์ผู้เข้าร่วมวิจัยทุก2 สัปดาห์ เป็นเวลา 2 ครั้ง รวมระยะเวลา 1 เดือน ขณะทำการตรวจวัดคุณภาพของอากาศครั้งที่ 3 และครั้งที่ 5

ในการทดลองนี้ผู้วิจัยจึงใช้พลูด่างทั้งหมดอย่างน้อย 129 ต้นจัดเรียงแบบ Wall-type เพื่อประหยัดพื้นที่ ไม่กระทบต่อโครงสร้างตึก (Torpy & Zavattaro, 2018) และไม่กีดขวางการทำงาน ในระหว่างการทดลอง

5. ระบุความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นต่อสภาพร่างกายและสรีระของผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย/กลุ่มตัวอย่าง (ถ้าไม่มีความเสี่ยงให้ระบุว่า “ไม่มี”) กรณีที่มีความเสี่ยง ผู้วิจัยมีวิธีการป้องกันอย่างไร และหากมีผลเกิดขึ้นจะแก้ไขอย่างไร (โปรดอธิบายให้ชัดเจน)

ไม่มี

6. ระบุความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นต่อสภาพจิตใจของผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย/กลุ่มตัวอย่าง (ถ้าไม่มีความเสี่ยงให้ระบุว่า “ไม่มี”) กรณีที่มีความเสี่ยง ผู้วิจัยมีวิธีการป้องกันอย่างไร และหากมีผลเกิดขึ้นจะแก้ไขอย่างไร (โปรดอธิบายให้ชัดเจน)

ไม่มี

7. ระบุความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นต่อสภาพทางสังคมหรือการดำเนินชีวิตของผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย/กลุ่มตัวอย่าง (ถ้าไม่มีความเสี่ยงให้ระบุว่า “ไม่มี”) กรณีที่มีความเสี่ยง ผู้วิจัยมีวิธีการป้องกันอย่างไร และหากมีผลเกิดขึ้นจะแก้ไขอย่างไร (โปรดอธิบายให้ชัดเจน)

ไม่มี

4031899429 BUU iThesis 60920159 thesis / recv: 24062562 14:13:49 / seq: 35

8. ระบุประโยชน์ที่ผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย/กลุ่มตัวอย่าง จะได้รับทางตรง และประโยชน์ทางอ้อม

ผลของงานวิจัยครั้งนี้จะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาสู่การจัดการแก้ไข ป้องกันและควบคุมอันตรายจากคุณภาพอากาศในอาคารและสุขภาพของพนักงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้นในอนาคต

9. กรณีที่ผู้วิจัยจ่ายค่าชดเชยการเสียเวลา หรือค่าใช้จ่ายในการเดินทาง หรือของที่ระลึกให้กับผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย/กลุ่มตัวอย่าง โปรดระบุรายละเอียด และมูลค่าให้ชัดเจน พร้อมทั้งระบุไว้ใน เอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมโครงการวิจัยด้วย

ไม่มี

10. ระยะเวลาของการดำเนินโครงการวิจัย

10.1 ระยะเวลาทั้งหมดตลอดโครงการ จำนวน 1.5 เดือน

10.2 วันที่เริ่มโครงการวิจัย วันที่ 21 เดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2562

10.3 วันที่คาดว่าจะเริ่มเก็บข้อมูล หรือทำการทดลองกับผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย/กลุ่มตัวอย่าง วันที่ 21 เดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2562 ถึง วันที่ 4 เดือน เมษายน พ.ศ. 2562

10.4 วันที่คาดว่าโครงการวิจัยจะแล้วเสร็จหรือปิดโครงการวิจัย 4 เดือน เมษายน พ.ศ. 2562

4031899429 BUU iThesis 60920159 thesis / recv: 24062562 14:13:49 / seq: 35

AF 06-01

11. ประเด็นที่ต้องการให้คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยบูรพา พิจารณาเพิ่มเติมเป็นกรณีพิเศษ

.....

.....

ข้าพเจ้ารับทราบว่าคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยบูรพา จะไม่พิจารณาให้การรับรองการดำเนินการเก็บข้อมูลหรือการทดลองกับผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย/กลุ่มตัวอย่างไปแล้ว และข้าพเจ้าขอรับรองว่า ข้อมูลทั้งหมดที่นำเสนอต่อคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยบูรพา มีความถูกต้องทุกประการ

ลงชื่อ.....เกลี้ แสงฉกาชี.....

(.....เกลี้ แสงฉกาชี.....)

หัวหน้าโครงการวิจัย

วันที่.....เดือน.....4 ก.พ. 2562.....พ.ศ.....

กรณีเป็นวิทยานิพนธ์/ดุษฎีนิพนธ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์/ดุษฎีนิพนธ์ รับรองความถูกต้องของข้อมูล

ลงชื่อ.....

(.....)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์/ดุษฎีนิพนธ์

วันที่.....เดือน.....4 ก.พ. 2562.....พ.ศ.....

4031899429 BUU iThesis 60920159 thesis / recv: 24062562 14:13:49 / seq: 35

AF 06-03.1

เอกสารแสดงความยินยอม
ของผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย (Consent Form)

รหัสโครงการวิจัย : IRB 002/2562

โครงการวิจัยเรื่อง ประสิทธิผลของต้นพลูด่างในการลดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ อนุภาคแขวนลอยในอากาศ และกลุ่มอาการเจ็บป่วยจากอาคารของพนักงานธุรการในโรงพยาบาลแห่งหนึ่งของจังหวัดระยอง

ให้คำยินยอม วันที่..... เดือน..... พ.ศ .....

ก่อนที่จะลงนามในเอกสารแสดงความยินยอมของผู้เข้าร่วมโครงการวิจัยนี้ ข้าพเจ้าได้รับการอธิบายถึงวัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย วิธีการวิจัย และรายละเอียดต่างๆ ตามที่ระบุในเอกสารข้อมูลสำหรับผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย ซึ่งผู้วิจัยได้ให้ไว้แก่ข้าพเจ้า และข้าพเจ้าเข้าใจคำอธิบายดังกล่าวครบถ้วนเป็นอย่างดีแล้ว และผู้วิจัยรับรองว่าจะตอบคำถามต่างๆ ที่ข้าพเจ้าสงสัยเกี่ยวกับการวิจัยนี้ด้วยความเต็มใจ และไม่ปิดบังซ่อนเร้นจนข้าพเจ้าพอใจ

ข้าพเจ้าเข้าร่วมโครงการวิจัยนี้ด้วยความสมัครใจ และมีสิทธิที่จะบอกเลิกการเข้าร่วมโครงการวิจัยนี้เมื่อใดก็ได้ การบอกเลิกการเข้าร่วมการวิจัยนั้นไม่มีผลกระทบต่อสิทธิประการใดๆ ที่ข้าพเจ้าจะพึงได้รับต่อไป

ผู้วิจัยรับรองว่าจะเก็บข้อมูลเกี่ยวกับตัวข้าพเจ้าเป็นความลับ จะเปิดเผยได้เฉพาะในส่วนที่เป็นสรุปผลการวิจัย การเปิดเผยข้อมูลของข้าพเจ้าต่อหน่วยงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้องต้องได้รับอนุญาตจากข้าพเจ้า

ข้าพเจ้าได้อ่านข้อความข้างต้นแล้วมีความเข้าใจดีทุกประการ และได้ลงนามในเอกสารแสดงความยินยอมนี้ด้วยความเต็มใจ

กรณีที่ข้าพเจ้าไม่สามารถอ่านหรือเขียนหนังสือได้ ผู้วิจัยได้อ่านข้อความในเอกสารแสดงความยินยอมให้แก่ข้าพเจ้าฟังจนเข้าใจดีแล้ว ข้าพเจ้าจึงลงนามหรือประทับลายนิ้วหัวแม่มือของข้าพเจ้าในเอกสารแสดงความยินยอมนี้ด้วยความเต็มใจ

ลงนาม .....ผู้ยินยอม

(.....)

ลงนาม .....พยาน

(.....)

<u>หมายเหตุ</u> กรณีที่ผู้เข้าร่วมโครงการวิจัยให้ความยินยอมด้วยการประทับลายนิ้วหัวแม่มือ ขอให้มีพยานลงลายมือชื่อรับรองด้วย

4031899429 BUU iThesis 60920159 thesis / recv: 24062562 14:13:49 / seq: 35

AF 06-02

เอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย
(Participant Information Sheet)
(สำหรับพนักงานธุรการ)

รหัสโครงการวิจัย : IRB002/2562

โครงการวิจัยเรื่อง : ประสิทธิผลของต้นพลูด่างในการลดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ อนุภาคแขวนลอยในอากาศ และกลุ่มอาการเจ็บป่วยจากอาคารของพนักงานธุรการในโรงพยาบาลแห่งหนึ่งของจังหวัดระยอง

เรียน ผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย

ข้าพเจ้า นางสาว เกวลี แสดงฤทธิ์ นิสิตคณะสาธารณสุขศาสตร์ สาขาวิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย มหาวิทยาลัยบูรพา ขอเชิญท่านเข้าร่วมตอบแบบสัมภาษณ์ในการวิจัย ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการเรียนการสอนในหลักสูตรวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต โดยขอให้ท่านตอบแบบสัมภาษณ์ตามความเป็นจริง

ผู้เข้าร่วมงานวิจัยต้องตอบแบบสัมภาษณ์เกี่ยวกับข้อมูลทั่วไปและข้อมูลเกี่ยวกับกลุ่มอาการเจ็บป่วยจากอาคารตามความเป็นจริง ในสัปดาห์ที่ ๑ และทุก ๒ สัปดาห์เป็นเวลา ๒ ครั้ง รวม ๓ ครั้ง

ข้อมูลต่าง ๆ ของท่านจะถูกเก็บไว้เป็นความลับ และจะไม่มีการเปิดเผยชื่อของท่าน การนำเสนอข้อมูลจะเป็นในภาพรวม ผู้วิจัยจะไม่นำข้อมูลส่วนบุคคลของผู้เข้าร่วมโครงการวิจัยออกเปิดเผยไม่ว่าในทางใดๆ เว้นแต่ผู้เข้าร่วมโครงการวิจัยจะยินยอมให้เปิดเผยข้อมูลดังกล่าวโดยได้อนุญาตไว้เป็นลายลักษณ์อักษร ผู้เข้าร่วมโครงการวิจัยมีสิทธิปฏิเสธการเข้าร่วมโครงการวิจัยได้ และสามารถถอนตัวออกจากการเป็นผู้เข้าร่วมโครงการวิจัยได้ทุกเมื่อโดยการปฏิเสธหรือถอนตัวของผู้เข้าร่วมโครงการวิจัยจะไม่มีผลกระทบต่อสิทธิประการใดๆ ที่ผู้เข้าร่วมโครงการวิจัยจะพึงได้รับ

หากท่านมีข้อสงสัยหรือคำถามประการใด สามารถติดต่อข้าพเจ้า เกวลี แสดงฤทธิ์ นิสิตคณะสาธารณสุขศาสตร์ สาขาวิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย มหาวิทยาลัยบูรพา โทรศัพท์มือถือหมายเลข 081-9803769 หรือที่อีเมลล์ motisna@gmail.com ข้าพเจ้ายินดีตอบคำถามของท่านทุกเมื่อ และหากผู้วิจัยไม่ปฏิบัติตามที่ได้ชี้แจงไว้ในเอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย สามารถแจ้งมายังคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา หมายเลขโทรศัพท์ ๐๓๘-๑๐๒๗๔๕

เมื่อท่านพิจารณาแล้วเห็นสมควรเข้าร่วมในการวิจัยจรั้งนี้ กรุณาลงนามในใบยินยอมร่วมโครงการที่แนบมาด้วย และขอขอบพระคุณท่าน ในความร่วมมือของท่านมา ณ ที่นี้

4031899429 BUU iThesis 60920159 thesis / recv: 24062562 14:13:49 / seq: 35