การกระจายของฝุ่นและเชื้อราบริเวณโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์

นายณัติฐพงศ์ เด่นจักรวาฬ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม (สหสาขาวิชา)
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2548
ISBN 971-14-2923-1
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

DISTRIBUTION OF PARTICULATE MATTER AND FUNGUS AT KING CHULALONGKORN MOMERIAL HOSPITAL

Mr. Nattapong Denjakawal

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of Requirements

for the Degree of Master of Science Program in Environmental Science

(Inter-Department)

Graduate School

Chulalongkorn University

Academic Year 2005

ISBN 974-14-2923-1

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การกระจายของฝุ่นและเชื้อราบริเวณโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์
โดย	นายณัติฐพงศ์ เด่นจักรวาฬ
สาขาวิชา	วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ ดร. สุรัตน์ บัวเลิศ
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นายแพทย์ วิโรจน์ เจียมจรัสรังษี

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ม.ร.ว. กัลยา ติงศภัทิย์)

คณะกรรมการสอบสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(อาจารย์ ดร. อาจอง ประทัตสุนทรสาร)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(อาจารย์ ดร. สุรัตน์ บัวเลิศ)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นายแพทย์ วิโรจน์ เจียมจรัสรังษี)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ วงศ์พันธ์ ลิมปเสนีย์)

..... กรรมการ
(ดร. หทัยรัตน์ การีเวทย์)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

นายณัติฐพงศ์ เด่นจักรวาฬ : การกระจายของฝุ่นและเชื้อราบริเวณโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์. (DISTRIBUTION OF PARTICULATE MATTER AND FUNGUS AT KING CHULALONGKORN MEMRIAL HOSPITAL) อาจารย์ที่ปรึกษา: อาจารย์ ดร. สุรัตน์ บัวเลิศ, อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นายแพทย์ วิโรจน์ เจียมจรัสรังษี, 128 หน้า. ISBN 947-14-2923-1

การศึกษาครั้งนี้ได้ทำการเก็บตัวอย่างอัตราการระบายอากาศ ความเข้มข้นฝุ่นละอองภายในอาคาร และชนิดและปริมาณเชื้อรา ของ 5 แผนก ได้แก่ แผนกฉุกเฉิน แผนกผู้ป่วยใน แผนกผู้ป่วยนอก แผนกห้องปฏิบัติการและแผนกบริหารทั่วไป เพื่อศึกษาการกระจายของฝุ่นและเชื้อบริเวณโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ ผลการศึกษาอัตราการระบายอากาศ พบว่า แผนกผู้ป่วยใน มีอัตราการระบายอากาศเฉลี่ยสูงสุด (4.0 ต่อชั่วโมง) รองลงมาคือ แผนกฉุกเฉิน (2.14 ต่อชั่วโมง) ถัดมา คือ แผนกห้องปฏิบัติการ (1.82 ต่อชั่วโมง) แผนกผู้ป่วยนอก (1.66 ต่อชั่วโมง) และแผนกบริหารทั่วไป (0.87 ต่อชั่วโมง) การศึกษาความเข้มข้นฝุ่นเฉลี่ย พบว่า ฝุ่นขนาดไม่เกิน 15 ไมครอน (PM_{15}) ฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM_{10}) และ ฝุ่นขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน ($PM_{2.5}$) มีค่าเฉลี่ยสูงสุดที่ แผนกผู้ป่วยใน โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 30.11 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร 19.85 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และ 6.68 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ แผนกที่ความเข้มข้นฝุ่นเฉลี่ยของฝุ่นขนาดไม่เกิน 15 ไมครอน มีค่าต่ำสุด คือแผนกห้องปฏิบัติการ โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 22.60 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ส่วนฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน และฝุ่นขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอนมีค่าต่ำสุดคือแผนกผู้ป่วยนอก โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 11.16 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และ 3.03 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ การศึกษาปริมาณเชื้อราพบว่า แผนกที่มีปริมาณเชื้อราเฉลี่ยมากที่สุดคือ แผนกผู้ป่วยใน (7.30 CFU/m^3) รองลงมาคือแผนกฉุกเฉิน (6.91 CFU/m^3) แผนกผู้ป่วยนอก (6.42 CFU/m^3) และแผนกห้องปฏิบัติการ (5.56 CFU/m^3) ส่วนแผนกบริหารทั่วไปมีปริมาณเชื้อราเฉลี่ยน้อยที่สุด (4.58 CFU/m^3) เมื่อพิจารณาชนิดของเชื้อรา พบว่า เชื้อ *Aspergillus* sp. มากที่สุด (ร้อยละ 42.4) รองลงมาคือ *Penicillium* sp. (ร้อยละ 41.2) ราดำ (ร้อยละ 10) *A.fumigatus* (ร้อยละ 5) และ *Fusarium* sp. (ร้อยละ 2)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สาขาวิชา วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ลายมือชื่อนิสิต ณัติฐพงศ์ เด่นจักรวาฬ

ปีการศึกษา 2548 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

##4589084020: MAJOR ENVIRONMENTAL SCIENCE

KEYWORD: INDOOR PARTICULATE MATTER / VENTILATION / FUNGI

NATTAPONG DENJAKAWAL: DISTRIBUTION OF PARTICULATE MATTER AND FUNGUS AT KING CHULALONGKORN MEMORIAL HOSPITAL. THESIS ADVISOR: SURAT BUALERT, Ph.D., ASST.PROF. WIROJ JIAMJARASRANGSI, M.D, Ph.D.,128 pp. ISBN 947-14-2923-1

For this study, air change per hour (ACH), indoor particulate matter concentration and type and quantity of fungi were collected in 5 departments (ER, WARD, OPD, LAB and ADM) for studying the distribution of particulate matter and fungus at Chulalongkorn Memorial Hospital. For the PM_{15}, PM_{10} and $PM_{2.5}$ have the highest average at the WARD; the average rates are 30.11 $\mu g\text{-}m^{-3}$, 19.85 $\mu g\text{-}m^{-3}$and 6.68 $\mu g\text{-}m^{-3}$. The average PM15 is lowest at the LAB (22.60 $\mu g\text{-}m^{-3}$). PM10 and $PM_{2.5}$ are lowest at the OPD: 11.16 $\mu g\text{-}m^{-3}$ and 3.03 $\mu g\text{-}m^{-3}$ sequentially. In the part of fungi type, found that the *Aspergilus* sp. is highest (42.4%) then the *Penicillium* sp. (41.2%), the Black Molds (10%), the *A.fumigatus* (5%) and *Fusa rium* sp. (2%) sequentially. For the quantity of fungi, the highest rate is at the wards (7.30 CFU/m^3), ER (6.91 CFU/m^3), OPD (6.42 CFU/m^3), LAB (5.56 CFU/m^3) and ADM (4.58 CFU/m^3) sequentially. In comparison air exchange rate of each department finds that the highest air exchange rate is in the wards (4.0 per hour) and in ER (2.14 per hour), in LAB (1.82 per hour), in OPD (1.66 per hour) and ADM (0.87 per hour) sequentially.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Field of study Environmental Science ..... Student's signature Nattapong Denjakawal

Academic year 2005 ..... Advisor's signature .....

Co-Advisor's signature .....

กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนขอขอบพระคุณอาจารย์ ดร.สุรัตน์ บัวเลิศ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เป็นอย่างสูงในการให้คำปรึกษาและแนะนำทุกอย่างสำหรับการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ ซึ่งส่งผลให้การศึกษาวิจัยครั้งนี้สำเร็จลงได้

ขอขอบพระคุณประธานและคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ทุกท่านที่ได้ให้คำแนะนำและให้ข้อคิดเห็นต่างๆ รวมถึงสละเวลาช่วยเหลือในการแก้ไขวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้

ขอขอบคุณสหสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม กระทรวงสาธารณสุขในการเอื้อเฟื้ออุปกรณ์ในการวิจัย และ ขอขอบคุณโรงแรมบันยันทรีในการสนับสนุนทุนการวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบคุณอาจารย์และรุ่นพี่จากภาควิชาจุลชีววิทยา คณะแพทย์ศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในการเอื้อเฟื้ออุปกรณ์ในการวิจัย รวมถึงการให้คำแนะนำและให้ความรู้ในด้านต่างๆ

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่สหสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม และเจ้าหน้าที่วิทยาศาสตร์ทั่วไป จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ช่วยเหลือในการดำเนินการในเรื่องต่างๆตลอดการทำวิจัย และขอขอบคุณเจ้าหน้าที่หน่วยงานกรมควบคุมมลพิษ และกรมอุตุนิยมวิทยาสำหรับข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้

ขอขอบคุณเพื่อนๆ รุ่นน้อง และรุ่นพี่ทุกคนที่ให้การช่วยเหลือในด้านต่างๆสำหรับการศึกษาวิจัยในครั้งนี้

และขอขอบคุณครอบครัวที่เป็นกำลังใจและให้การสนับสนุนในด้านต่างๆจนส่งผลให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....จ
กิตติกรรมประกาศ.....ฉ
สารบัญ.....ช
สารบัญตาราง.....ฌ
สารบัญภาพ.....ฎ
บทที่ 1 บทนำ.....1
1.1 แนวเหตุผลและทฤษฎี.....1
1.2 วัตถุประสงค์.....2
1.3 ขอบเขตการศึกษา.....2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....3
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....4
2.1 บทนำ.....4
2.2 การระบายอากาศ.....4
2.3 ฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน.....9
2.4 การปนเปื้อนจุลชีพภายในโรงพยาบาล.....16
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....24
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....27
3.1 ศึกษาการระบายอากาศ.....27
3.2 ศึกษาความเข้มข้นของฝุ่น.....28
3.3 ศึกษาชนิดและปริมาณเชื้อราด้วยวิธีเพาะเชื้อ (Culture).....29
3.4 ศึกษาปริมาณเชื้อ *Mycobacterium tuberculosis* 29
3.5 ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างฝุ่นและปัจจัยทางกายภาพ.....31
บทที่ 4 ผลการศึกษา.....33
4.1 ลักษณะพื้นที่ศึกษา.....33
4.2 การระบายอากาศ.....42
4.3 ความเข้มข้นฝุ่นละออง.....46
4.4 ชนิดและปริมาณเชื้อรา.....51
4.5 ปริมาณเชื้อ *Mycobacterium* sp.....53

หน้า

4.6 อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ 53
4.7 ความสัมพันธ์ระหว่างฝุ่นและปัจจัยทางกายภาพ.....54
บทที่ 5 สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ.....76
5.1 การระบายอากาศในโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์.....76
5.2 ความเข้มข้นฝุ่นในโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์.....77
5.3 ชนิดและปริมาณเชื้อราในโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์.....78
5.4 ปริมาณเชื้อ *Mycobacterium* sp.....79
5.5 ความสัมพันธ์ระหว่างฝุ่นและปัจจัยทางกายภาพ.....79
5.6 ข้อเสนอแนะ.....80
รายการอ้างอิง.....81
ภาคผนวก.....85
ภาคผนวก ก.....86
ภาคผนวก ข.....94
ภาคผนวก ค.....117
ภาคผนวก ง.....127
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....128

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 อัตราการหมุนเวียนอากาศภายในห้องผู้ป่วย....8

2.2 ข้อแนะนำการหมุนเวียนอากาศ....9

2.3 ปริมาณการปล่อยฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ในปี พ.ศ. 2539 2543 และ 2548....10

2.4 ความเข้มข้นฝุ่นรวม (TSP) และฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM_{10}) เฉลี่ยรายเดือนปี 2548 ของสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์กับค่าตรวจวัด ($\mu g\text{-}m^{-3}$) 12

2.5 มาตรฐานก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ในอากาศ....14

2.6 สรุปขั้นตอนการทำปฏิกิริยา Polymerase Chain Reaction....24

4.1 อัตราระบายอากาศของแผนกฉุกเฉิน(ต่อชั่วโมง) โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์....42

4.2 อัตราระบายอากาศของแผนกผู้ป่วยใน (ต่อชั่วโมง) โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์....43

4.3 อัตราระบายอากาศของแผนกผู้ป่วยนอก (ต่อชั่วโมง) โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์....43

4.4 อัตราระบายอากาศของแผนกห้องปฏิบัติการ (ต่อชั่วโมง) โรงพยาบาล จุฬาลงกรณ์....44

4.5 อัตราระบายอากาศของแผนกบริหารทั่วไป (ต่อชั่วโมง) โรงพยาบาล จุฬาลงกรณ์....44

4.6 อัตราการระบายอากาศและปริมาตรอากาศที่ไหลเวียนภายในห้องจำแนกจามแผนกในโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์....46

4.7 ความเข้มข้นฝุ่นเฉลี่ยทุกเดือน จำแนกตามแผนก ในโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ ($\mu g\text{-}m^{-3}$) 47

4.8 ความเข้มข้นฝุ่นเฉลี่ยทุกแผนกจำแนกรายเดือน โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ ($\mu g\text{-}m^{-3}$) 48

4.9 เปรียบเทียบความเข้มข้นฝุ่นรวม (TSP) และฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM_{10}) เฉลี่ยราย เดือนปี 2548 ของสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์กับค่าตรวจวัด ($\mu g\text{-}m^{-3}$)....49

4.10 เปรียบความเข้มข้นฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ทั้งสองฤดูในแต่ละแผนก ($\mu g\text{-}m^{-3}$)....50

4.11 ชนิดและปริมาณเชื้อราบริเวณโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์จำแนกตามแผนก ($CFU\text{-}m^{-3}$) 51

4.12 ชนิดและปริมาณเชื้อราบริเวณโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์จำแนกตามฤดูกาล ($CFU\text{-}m^{-3}$) 52

4.13 อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยจำแนกตามแผนก....54

4.14 ค่า R^2 ของฝุ่นแต่ละขนาดกับอัตราระบายอากาศในฤดูฝน....56

4.15 ค่า R^2 ของเชื้อรากับอัตราระบายอากาศในแต่ละฤดูกาล....57

4.16 ค่าความสัมพันธ์ระหว่างฝุ่นกับเชื้อราที่บ่มที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ในฤดูแล้ง....59

4.17 ค่าความสัมพันธ์ระหว่างฝุ่นกับเชื้อราที่บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส ในฤดูแล้ง....61

4.18 ค่าความสัมพันธ์ระหว่างฝุ่นกับเชื้อราที่บ่มที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ในฤดูแล้ง....62

4.19 ค่าความสัมพันธ์ระหว่างฝุ่นกับเชื้อราที่บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส ในฤดูฝน....64

หน้า

4.20 ค่าความสัมพันธ์ระหว่างฝุ่นกับเชื้อราจำแนกตามระบบปรับอากาศในฤดูแล้ง.....65
4.21 ค่าความสัมพันธ์ระหว่างฝุ่นกับเชื้อราจำแนกตามระบบปรับอากาศในฤดูฝน.....67
4.22 ค่าความสัมพันธ์ระหว่างฝุ่นกับความชื้นสัมพัทธ์จำแนกตามแผนก 69
4.23 ค่าความสัมพันธ์ระหว่างฝุ่นกับความชื้นสัมพัทธ์จำแนกตามระบบระบายอากาศ 71
4.24 ค่าความสัมพันธ์ระหว่างเชื้อรากับความชื้นสัมพัทธ์จำแนกตามแผนก.....73
4.25 ค่าความสัมพันธ์ระหว่างเชื้อรากับความชื้นสัมพัทธ์จำแนกตามระบบระบายอากาศ.....75

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

2.1 ความเข้มข้นฝุ่นขนาดไม่เกิน10 ไมครอนเฉลี่ยรายปี ในกรุงเทพมหานคร ปี พ.ศ. 2537 – 2547 10

2.2 ระบบทางเดินหายใจ.....15

2.3 ธรรมชาติการเกิดโรคติดเชื้อและปัจจัยที่เกี่ยวข้อง.....17

3.1 เครื่องวัดวัดความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (IAQRAE).....28

3.2 เครื่องวัดปริมาณฝุ่นแบบแบบต่อเนื่อง (GRIMM).....28

3.3 ชุดอุปกรณ์เก็บตัวอย่างเชื้อราเชื้อรา…….....31

3.4 แผนผังสรุปขั้นตอนการศึกษาวิจัย.....32

4.1 สถานที่ศึกษาบริเวณโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์.....33

4.2 แผนกฉุกเฉิน โซนดี โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์.....35

4.3 แผนผังของแผนกฉุกเฉินตึกจุฬาภรณ์ชั้น 1 ห้องโซนดี โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์.....35

4.4 แผนกผู้ป่วยใน วชิราวุธล่าง ห้องเดี่ยว 4 โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์.....36

4.5 แผนผังของแผนกผู้ป่วยใน อาคาคารวชิราวุธชั้นล่างห้องเดี่ยว 4 โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์..36

4.6 แผนกผู้ป่วยนอก ตึก ภปร. ชั้น 1 ห้องตรวจ 34 โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์.....38

4.7 แผนผังของแผนกผู้ป่วยนอก ตึก ภปร. ชั้น 1 ห้องตรวจ 34 โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์.....38

4.8 แผนกห้องปฏิบัติการโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์.....39

4.9 แผนผังของแผนกห้องปฏิบัติการ ตึกเวชศาสตร์ชันสูตร โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์….....39

4.10 แผนกบริหารทั่วไป ฝ่ายการพยาบาล โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์.....41

4.11 แผนผังแผนกบริหารทั่วไป ตึกจักรพงษ์ ชั้น 2 โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์.....41

4.12 เปรียบเทียบความเข้มข้นฝุ่นเฉลี่ยทุกเดือนแต่ละแผนก ในโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์.....47

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

1.1 แนวเหตุผลและทฤษฎี

ปัจจุบันคนส่วนใหญ่ใช้เวลาดำรงชีวิตอยู่ภายในอาคาร โดยเฉลี่ยร้อยละ 90 ของแต่ละวัน ไม่ว่าจะเป็นในสถานที่ทำงาน ที่พักอาศัย หรือสถานที่พักผ่อนหย่อนใจ ประกอบกับอาคารในปัจจุบันนิยมใช้เครื่องปรับอากาศ ถ้าอาคารดังกล่าวไม่มีการจัดการที่ดีเพียงพอ ส่งผลให้เกิดการสะสมของสารมลพิษ เกิดเป็นมลภาวะอากาศภายในอาคารขึ้น ในปี 1984 องค์การอนามัยโลกคาดว่า ร้อยละ 30 ของอาคารทั่วโลกอาจจะมีปัญหาคุณภาพอากาศภายในอาคาร ซึ่งเกิดจากการออกแบบอาคารที่ไม่ดี หรือกิจกรรมของผู้ที่อาศัยในอาคาร

โรงพยาบาลเป็นสถานที่หนึ่งซึ่งมีความสำคัญในการให้บริการทางด้านสุขภาพ นอกจากนี้ยังเป็นสถานที่ซึ่งมีโอกาสแพร่เชื้อโรคติดต่อได้ง่าย เนื่องจากเป็นแหล่งรวมของเชื้อโรคต่าง ๆ โดยมีผู้ป่วยเป็นพาหะสำคัญ และยังมีโอกาสเป็นตัวกลางในการแพร่กระจายเชื้อโรคติดต่อไปตามแหล่งอื่นได้ง่ายอีกด้วย ดังจะเห็นได้จากการประมาณการณ์ไว้ว่า โรคติดเชื้อในโรงพยาบาลมีอัตราร้อยละ 5 - 15 ของผู้ป่วยที่เข้ารับการรักษา โดยทั่วไปโรคนี้มีอัตราตาย ร้อยละ 3 - 7.5 สำหรับประเทศไทย มีผู้ป่วยเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลปีละประมาณหนึ่งล้านคน มีผู้ป่วยเป็นโรคติดเชื้อในโรงพยาบาล ร้อยละ 10 หรือประมาณหนึ่งแสนคน ในจำนวนนี้มีผู้ป่วยเสียชีวิต 3,000 - 7,500 คน สำหรับบุคลากรที่ทำงานในโรงพยาบาลส่วนใหญ่โดยความเป็นจริง ไม่ได้เสี่ยงต่อการติดเชื้อมากกว่าบุคคลทั่วไป ยกเว้นบุคลากรที่ต้องสัมผัสกับผู้ป่วยโดยตรง และอยู่ในสิ่งแวดล้อมหรือห้องที่มีผู้ป่วยติดเชื้อที่สามารถแพร่กระจายทางเดินหายใจหรือห้องที่มีการระบายอากาศไม่ดี

จากรายงานวิจัยในต่างประเทศพบว่า โรคที่บุคลากรที่ทำงานในโรงพยาบาลเสี่ยงต่อการติดเชื้อมากกว่าบุคคลทั่วไปที่พบบ่อยที่สุดคือ วัณโรค ซึ่งวัณโรคปอดดื้อยาเป็นปัญหามาก โดยเฉพาะประเทศที่มีผู้ป่วยเอดส์จำนวนมากและมีวัณโรคเป็นโรคประจำถิ่น ถึงแม้ว่าจะเป็นเรื่องยากที่จะประมาณการขนาดปัญหาของการติดเชื้อวัณโรคในโรงพยาบาลในประเทศกำลังพัฒนา เนื่องจากประเทศเหล่านี้มีอัตราชุกของวัณโรคในประชากรสูง และแหล่งแพร่กระจายเชื้อวัณโรคมีอยู่ทั่วไปในชุมชน แต่จากรายงานการศึกษาที่มีอยู่จากประเทศแถบทวีปแอฟริกา อเมริกาใต้ และเอเชียได้บ่งชี้ว่าบุคลากรทางการแพทย์มีความเสี่ยงต่อวัณโรคสูงกว่าประชากรทั่วไป

ข้อมูลการศึกษาด้านการติดเชื้อวัณโรคในบุคลากรแพทย์ในประเทศไอโวรีโคสต์ บราซิล และมาเลเซีย พบว่าอัตราชุกของการมีผลทดสอบ Tuberculin Skin Test (TST) เป็นบวก (10 มิลลิเมตรขึ้นไป) ในบุคลากรทางการแพทย์ที่ทำงานสัมผัสผู้ป่วยวัณโรคอยู่ระหว่างร้อยละ 34 - 70

ขณะที่ในประชากรทั่วไปหรือบุคลากรที่มิได้ทำงานสัมผัสผู้ป่วยวัณโรคอยู่ระหว่างร้อยละ 16 - 45 (อัตราเสี่ยง 1.6 - 2.2 เท่า)

สำหรับในประเทศไทยตั้งแต่ปี พ.ศ. 2536 เป็นต้นมา มีรายงานการศึกษาในโรงพยาบาลขนาดใหญ่ (โรงพยาบาลศูนย์ โรงพยาบาลทั่วไป และโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยทั่วประเทศ) จำนวน 11 รายงาน พบว่าอัตราการทดสอบ TST เป็นบวก ในบุคลากรแพทย์โรงพยาบาลขนาดใหญ่อยู่ระหว่างร้อยละ 32 - 98 (ส่วนใหญ่สูงกว่าร้อยละ 60) และอัตราการทดสอบ TST เป็นบวกอย่างมาก (15 มิลลิเมตรขึ้นไป) อยู่ระหว่างร้อยละ 19 - 39 ส่วนแผนกที่มีอัตราเสี่ยงสูงสุด คือ แผนกฉุกเฉิน (9.8 เท่า) แผนกอายุรกรรม (2.5 - 2.8 เท่า) และหอผู้ป่วยวิกฤตหรือหออภิบาล (2.6 เท่า) ตามลำดับ

จากปัญหาดังกล่าว นำไปสู่การศึกษาการกระจายตัวของฝุ่นติดเชื้อในโรงพยาบาล อันได้แก่ การกระจายตัวตามแผนก การกระจายตัวตามฤดูกาลและการกระจายตัวรายชั่วโมง การศึกษานี้จะทำการเก็บตัวอย่างฝุ่นขนาดไม่เกิน 15 ไมครอน (PM_{15}) ฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM_{10}) และฝุ่นขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน ($PM_{2.5}$) พร้อมกับการเก็บตัวอย่างเชื้อราจากอากาศภายในพื้นที่ศึกษา นอกจากนี้ยังวัดอัตราการระบายอากาศ แล้วนำมาหาความสัมพันธ์กันระหว่างข้อมูลตรวจวัดทางสิ่งแวดล้อมดังกล่าว ซึ่งผลการศึกษาดังกล่าวสามารถพัฒนาไปสู่การป้องกันการแพร่กระจายของเชื้อโรคต่าง ๆ ได้

1.2 วัตถุประสงค์

1) เพื่อศึกษาสภาพแวดล้อมด้านกายภาพที่มีผลต่อการกระจายของฝุ่นและเชื้อรา

2) เพื่อศึกษาปริมาณเชื้อราที่ปนเปื้อนฝุ่นขนาดเล็กที่มีผลต่อทางเดินหายใจ

3) เพื่อศึกษาปริมาณเชื้อวัณโรคที่ปนเปื้อนในอากาศและฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน และฝุ่นขนาดเล็กที่มีผลต่อทางเดินหายใจ

1.3 ขอบเขตการศึกษา

1) พื้นที่ที่ทำการศึกษาคือ แผนกที่มีความเสี่ยงของการติดเชื้อวัณโรคสูงของโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ ได้แก่ แผนกฉุกเฉิน (ตึกจุฬาภรณ์ชั้น 1 ห้อง โซนดี) หอผู้ป่วยด้านอายุรกรรม (ตึกวชิราวุธ ชั้นล่าง ห้องเดี่ยว 4) แผนกผู้ป่วยนอก (ตึกภปร. ชั้น 1 ห้องตรวจที่ 34) และห้องปฏิบัติการ (ตึกเวชศาสตร์ชันสูตร) โดยมีแผนกบริหารทั่วไป (ฝ่ายการพยาบาล ตึกจักรพงษ์ ชั้น) เป็นสถานที่เปรียบเทียบ

2) ศึกษาอัตราการระบายอากาศโดยใช้เครื่องวิเคราะห์ปริมาณก๊าซแบบต่อเนื่อง (IAQRAE)

3) ตรวจวัดปริมาณฝุ่น ด้วยเครื่องวัดปริมาณฝุ่นแบบต่อเนื่อง (GRIMM)

4) ศึกษาชนิดและปริมาณจุลชีพที่ปนเปื้อนมากับฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM_{10}) ด้วยเครื่องเก็บฝุ่นแบบพกพา (Personal Pump) ร่วมกับอุปกรณ์คัดขนาดฝุ่น

5) ใช้เวลาศึกษา 10 เดือน แบ่งเป็น 2 ฤดูกาล คือ

(1) ฤดูแล้ง เดือนมกราคมถึงเมษายน และเดือนพฤศจิกายนถึงธันวาคม พ.ศ. 2548

(2) ฤดูฝน เดือนสิงหาคม ถึงเดือน ตุลาคม พ.ศ. 2548

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1) ทราบข้อมูลการระบายอากาศของห้องที่มีความเสี่ยงต่อการกระจายของฝุ่นและเชื้อรา
2) ผลการประเมินการกระจายของฝุ่นติดเชื้อสามารถนำเป็นข้อมูลพื้นฐานในการประเมินความเสี่ยงของการติดเชื้อวัณโรคในโรงพยาบาล
3) ทราบแหล่งแพร่กระจายหลักของเชื้อโรคซึ่งนำไปใช้ในการควบคุมการกระจายเชื้อวัณโรค

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 บทนำ

สิ่งแวดล้อมเป็นองค์ประกอบที่มีความสำคัญ และเกี่ยวข้องกับการกระจายของเชื้อโรค สิ่งแวดล้อมอาจเป็นสาเหตุโดยตรงที่ทำให้เกิดการติดเชื้อในโรงพยาบาล ในผู้ป่วยจากเชื้อที่มีอยู่ในสิ่งแวดล้อม หรือสิ่งแวดล้อมอาจส่งเสริมให้เชื้อจุลชีพเพิ่มจำนวนขึ้นจนทำให้ผู้ป่วยเกิดการติดเชื้อ การแพร่กระจายเชื้อจากแหล่งโรคสู่ผู้ป่วยหรือบุคลากรเกิดขึ้นในสิ่งแวดล้อมของโรงพยาบาล สิ่งแวดล้อมในที่นี้หมายถึง สถานที่ ได้แก่ หอผู้ป่วย ห้องตรวจผู้ป่วย เป็นต้น นอกจากนี้ยังรวมถึง การระบายอากาศ แสงสว่าง อุณหภูมิและความชื้น น้ำใช้ แมลงและสัตว์นำโรค (อะเคื้อ อุณหเลขกะ , 2541)

2.2 การระบายอากาศ

การระบายอากาศ (Ventilation) หมายถึง การนำอากาศภายนอกเข้าสู่บริเวณภายในห้อง เพื่อหมุนเวียนอากาศภายใน ทำให้ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์และก๊าซอื่นๆ ที่เกิดขึ้นจากบุคคล สิ่งมีชีวิตอื่นหรือกรรมวิธีผลิตถูกนำออกไปลดความเข้มข้นของกลิ่นหรือขจัดให้หมดไป อีกทั้งทำให้ความชื้นที่พื้นผิวระเหยได้ง่ายขึ้น (คณะกรรมการวิชาการสาขาวิศวกรรมเครื่องกล, 2540)

ในหลายกรณี กิจกรรมบางอย่างในอาคารอาจก่อให้เกิดสิ่งปะปนหรือสิ่งปนเปื้อนขึ้น จำเป็นจะต้องใช้ลมระบายออกโดยตรงไม่ให้ปะปนกับลมส่วนอื่นในห้อง ให้ออกสู่บริเวณภายนอกอาคารอย่างเหมาะสม

ภาวะอากาศที่ทำให้คนเรารู้สึกสบายจะอยู่ที่อุณหภูมิประมาณ 23-24 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ประมาณ 55 เปอร์เซนต์ และทั้งอุณหภูมิและความชื้นเป็นเงื่อนไขที่เกี่ยวข้องกัน ในห้องๆหนึ่งที่มีประมาณความชื้นในอากาศอยู่จำนวนหนึ่ง หากห้องนั้นมีอุณหภูมิสูงขึ้น ความชื้นสัมพัทธ์ก็จะลดลง หรือถ้าห้องนั้นมีอุณหภูมิลดลง ความชื้นสัมพัทธ์ก็จะมีค่าสูงขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากค่าความชื้นสัมพัทธ์เท่ากับปริมาณไอน้ำในอากาศต่อปริมาณไอน้ำอิ่มตัว ดังนั้นในการกำหนดภาวะอากาศจึงต้องระบุทั้งอุณหภูมิและความชื้นควบคู่ไปด้วยกันเสมอ และเป็นที่น่าสังเกตว่า หากเราลดความชื้นให้ต่ำลงเช่น จากปกติ 55 เปอร์เซนต์เป็น 45 หรือ 50 เปอร์เซนต์ ถึงแม้อุณหภูมิจะสูงขึ้นเป็น 25 หรือ 27 องศาเซลเซียส ก็ยังอาจจะรู้สึกสบายอยู่ได้

ทั้งอุณหภูมิและความชื้นมีผลต่อผู้ป่วยและเชื้อจุลชีพ อากาศร้อนจัดทำให้ผู้ป่วยอ่อนเพลีย เนื่องจากเสียเหงื่อมากไป เกิดการหมักหมดหมมของเหงื่อไคล ทำให้ผู้ป่วยไม่สบาย รู้สึก

หงุดหงิด มีผลต่อการเจริญของเชื้อทำให้เชื้อเพิ่มจำนวนขึ้นมากในสิ่งแวดล้อม ความชื้นทำให้จุลชีพดำรงชีวิตอยู่ได้ และก่อให้เกิดการติดเชื้อในโรงพยาบาลตามมา ในหอผู้ป่วยจึงควรดูแลมิให้สิ่งแวดล้อมมีความชื้น บริเวณใดที่เปียกชื้น ควรดูแลทำความสะอาดเช็ดให้แห้ง หากอากาศร้อนจำเป็นต้องใช้พัดลม ควรดูแลมิให้ลมพัดจากผู้ป่วยที่มีการติดเชื้อทางระบบทางเดินหายใจไปสู่ผู้ป่วยอื่น (อะเคื้อ, 2541)

การกำหนดค่าปริมาณการถ่ายเทอากาศ ทางวิศวกรรมเรียกว่า Air changes per hour หรือปริมาณปริมาตรการถ่ายเทอากาศคิดเป็นจำนวนเท่าของปริมาตรห้องภายในหนึ่งชั่วโมง เช่น ในโรงพยาบาล ห้องตรวจรักษาผู้ป่วยควรมีการถ่ายเทอากาศไม่น้อยกว่า 6 เท่าของปริมาตรห้องต่อชั่วโมง ก็คือ 6 Air changes per hour (6 ACH) (เกชา ธีระโกเมน, 2539)

2.2.1 ชนิดของการระบายอากาศ

การระบายอากาศ จำแนกออกเป็น 2 ชนิด ทั้งนี้โดยพิจารณาจาก หลักการที่ใช้ในการดำเนินการ ได้แก่ (มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2532)

1) การระบายอากาศแบบทำให้เจือจาง (Dilution Ventilation)

การระบายอากาศแบบทำให้เจือจางเป็นการระบายอากาศแบบธรรมชาติเพื่อลดความเข้มข้นของมลพิษซึ่งปนเปื้อนอยู่ในอากาศภายในสถานประกอบการ โดยการทำให้เจือจางลงด้วยอากาศบริสุทธิ์จากภายนอก จนไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพหรือไม่ทำให้เกิดความเดือดร้อนรำคาญ และยังใช้ได้ดีในการป้องกันและควบคุมปัญหาเกี่ยวกับความร้อน ความชื้น และอันตรายจากการระเบิดเนื่องจากสารเคมีบางประเภทได้ โดยมีข้อจำกัด คือ ปริมาณมลพิษที่ถูกปล่อยออกจากแหล่งกำเนิดเข้าสู่อากาศในสถานประกอบการจะต้องมีไม่มากนัก มิฉะนั้นจะต้องใช้อากาศบริสุทธิ์ด้วยปริมาณที่มากเกินความเหมาะสม เพื่อทำให้มลพิษเจือจางจนมีความเข้มข้นอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ มลพิษที่จะควบคุมนั้นควรจะมีความเป็นพิษต่ำหรือค่อนข้างต่ำ อัตราการเกิดและเข้าปนเปื้อนกับอากาศของมลพิษในระยะห่างที่เพียงพอที่จะทำให้มลพิษนั้นเจือจางลงจนถึงระดับที่ปรับได้ ก่อนที่จะเคลื่อนมาถึงตัวผู้ปฏิบัติงาน

ข้อดีของการระบายอากาศแบบทำให้เจือจาง

(1) เมื่อเปรียบเทียบกับการระบายอากาศแบบเฉพาะแห่งแล้ว การระบายอากาศแบบทำให้เจือจางนี้จัดทำได้ง่ายกว่า อาศัยความรู้น้อยกว่า

(2) เป็นวิธีการที่ประหยัดค่าใช้จ่ายในกรณีที่สถานการณ์เอื้ออำนวยให้สามารถใช้การระบายอากาศแบบนี้ได้

(3) ใช้ได้ผลดีในการควบคุมมลพิษประเภทที่มีสถานะเป็นไอและก๊าซ โดยเฉพาะอย่างยิ่งไอที่เกิดจากการระเหยของสารละลายอินทรีย์เคมี

(4) ไม่ต้องมีอุปกรณ์ควบคุมมลพิษ เพื่อลดระดับความเข้มข้นของมลพิษในอากาศก่อนที่จะถูกถ่ายเทออกจากสถานประกอบการสู่บรรยากาศภายนอก

ข้อเสียของการระบายอากาศแบบทำให้เจือจาง

(1) ไม่ได้เป็นการกำจัดมลพิษที่เกิดขึ้นทั้งหมดออกไปจากบริเวณปฏิบัติงาน

(2) มักจะใช้ไม่ค่อยได้ผลกับมลพิษประเภทฟูมและฝุ่น

(3) การระบายอากาศแบบทำให้เจือจาง จะต้องเคลื่อนย้ายอากาศเข้าและออกจากอาคารสถานประกอบการด้วยปริมาณที่มากกว่าการระบายอากาศแบบเฉพาะแห่ง ดังนั้น ในกรณีที่ต้องมีการปรับอากาศ (อุณหภูมิและความชื้น) ในสถานที่นั้นด้วยแล้ว การระบายอากาศแบบนี้จะสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายสูงกว่า

2) การระบายอากาศแบบเฉพาะแห่ง (Local Exhaust Ventilation)

การระบายอากาศแบบเฉพาะแห่งแตกต่างจากการระบายอากาศแบบทำให้เจือจาง คืออาศัยหลักการดูดระบายมลพิษ พร้อมทั้งอากาศที่ถูกปนเปื้อนออกจากบริเวณที่เป็นจุดกำเนิดโดยตรง ก่อนที่มลพิษนั้นจะเข้าปนเปื้อนกับอากาศในห้อง ด้วยการทำงานของระบบระบายอากาศซึ่งประกอบด้วย ท่อดูดอากาศ ท่อลม และพัดลมระบายอากาศ นอกจากนี้ยังอาจมีอุปกรณ์ควบคุมมลพิษติดตั้งอยู่ด้วยในกรณีที่จำเป็น

ข้อดีของการระบายอากาศแบบเฉพาะแห่ง

(1) เป็นวิธีการที่มุ่งกำจัดเอามลพิษที่เกิดขึ้นออกไปจากบริเวณทำงาน จึงให้ผลในด้านการควบคุมได้ดีและปลอดภัย

(2) ใช้ได้ผลดีกับมลพิษในทุกสถานะไม่ว่าจะเป็นไอ ก๊าซ ฝุ่น หรือฟูม และไม่ว่ามลพิษนั้นจะมีอัตราการเกิดและระดับความเป็นพิษมากน้อยประการใด

ข้อเสียของการระบายอากาศแบบเฉพาะแห่ง

(1) ต้องการพื้นฐานความรู้และประสบการณ์สูงในการออกแบบระบบระบายอากาศแบบนี้

(2) ต้องการบุคลากรที่ได้รับการศึกษาและฝึกอบรมมาดีพอสมควรในการตรวจสอบและบำรุงรักษาระบบระบายอากาศแบบนี้

(3) โดยทั่วไปแล้วสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายในการจัดสร้าง และดำเนินการมากกว่าการระบายอากาศแบบทำให้เจือจาง

2.2.2 ข้อแนะนำการระบายอากาศในโรงพยาบาล

นอกจากการระบายอากาศจะช่วยให้ห้องมีภาวะอากาศที่เหมาะสมแล้ว การระบายอากาศยังมีหน้าที่ในการนำอากาศเสียไปทิ้งด้วย ดังนั้นการระบายอากาศจึงเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับห้องที่มีกลิ่น ควัน ไอเสีย

ในอาคารประเภทโรงพยาบาล การกำหนดค่าความดันอากาศของห้องต่างๆ จะมีความสำคัญมาก โดยการกำหนดจะกำหนดเป็นลำดับชั้น เช่น ห้องผ่าตัดจะต้องมีความดันสูงกว่าบริเวณหน้าห้องผ่าตัด และบริเวณหน้าห้องผ่าตัดจะต้องมีความดันสูงกว่าบริเวณภายนอก เป็นต้น (เกชา, 2539)

จากการศึกษาของ The National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) พบว่า 50% ของปัญหาคุณภาพอากาศในอาคารมีสาเหตุมาจากการระบายอากาศที่ไม่พอเพียง โดยตัดสินจากระดับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่มีปริมาณเกิน 1,000 หนึ่งส่วนในล้านส่วน (ppm) (สมชัย บวรกิตติ, ไพรัช ศรีไสว และ ชัชวาล จันทร์วิจิตร, 2542) ซึ่งปัญหาการระบายอากาศไม่เพียงพอ ส่วนใหญ่เกิดจาก (ชัชวาลย์ จันทรวิจิตร, 2542)

1) การนำอากาศภายนอกเข้าไปในอาคารไม่เพียงพอ

2) การกระจายและการผสมผสานอากาศภายในอาคารไม่เพียงพอ

3) อุณหภูมิและความชื้นสูงหรือไม่คงที่

4) ระบบกรองอากาศทำงานไม่มีประสิทธิภาพ

อนึ่งมาตรฐานการระบายอากาศในอาคารของสหรัฐอเมริกาในปัจจุบัน ซึ่งกำหนดโดย The American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE) ในที่อยู่อาศัย ที่ 15 ลูกบาศก์ฟุตต่อนาทีต่อคน อาคารสำนักงานกำหนดไว้ที่ 20 ลูกบาศก์ฟุตต่อนาทีต่อคน และในบางพื้นที่เช่นบริเวณที่สูบบุหรี่ควรมีการระบายอากาศอย่างน้อย 60 ลูกบาศก์ฟุตต่อนาทีต่อคน โดยการระบายอากาศจะขึ้นกับกิจกรรมในพื้นที่นั้น ๆ (U.S. EPA, 2003)

มาตรฐานการระบายอากาศที่ยอมรับกันทั่วไป คือ American Society of Heating, Refrigerating and Air-conditioning Engineers Standard (ASHRAE, 1999) (ตารางที่ 2.1)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2.1 อัตราการหมุนเวียนอากาศภายในห้องผู้ป่วย

Area	Min. Outdoor Air ACH	Min. Total Air ACH	Pressure Relationship
Operating rooms (all outdoor air system)	15	15	P
Operating rooms (recirculating air system)	5	25	P
Delivery rooms (all outdoor air system)	15	15	P
Delivery rooms (recirculating air system)	5	25	P
Recovery	2	6	E
Nursery suite	5	12	P
ICU	2	6	P
Patient rooms	2	4	±
Medical Procedure/treatment rooms	2	6	±
Autopsy rooms	2	12	N
Physical therapy	2	6	N
Positive isolation rooms	2	15	P
Negative isolation rooms	2	6	N

ACH=air change per hour; P=positive; N=negative; E=equal; ±=continuous directional control not required

ที่มา : ASHRAE, 1999

ในประเทศไทยนั้น อัตราการระบายอากาศของอาคารประเภทต่าง ๆ กำหนดอยู่ในกฎกระทรวงฉบับที่ 39 (พ.ศ. 2537) ออกความตามในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522 (ทรงศักดิ์ รวิรังสรรค์, 2543)

การถ่ายเทอากาศที่ไม่เพียงพอนอกจากก่อให้เกิดปัญหาคุณภาพอากาศในอาคารแล้ว ยังทำให้เกิดกลิ่นอับ (Stuffiness) และการที่ประจุอิออนลบน้อยลงทำให้เสียสมาธิ และปฏิกิริยาของร่างกายเฉื่อยลง (สมชัย บวรกิตติ, 2542)

สำหรับระบบปรับอากาศและระบายอากาศในสถานพยาบาลในประเทศไทย นั้น วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ร่วมกับสมาคมวิศวกรรมปรับอากาศแห่งประเทศไทย ได้มีข้อแนะนำเฉพาะกาล (Interim Guideline) เมื่อวันที่ 31 ตุลาคม พ.ศ. 2547 (ตารางที่ 2.2)

ตารางที่ 2.2 ข้อแนะนำการหมุนเวียนอากาศ

ลำดับ	สถานที่	อัตราการหมุนเวียนอากาศภายในห้องไม่น้อยกว่าจำนวนเท่าของปริมาตรห้องต่อชั่วโมง
1	หออภิบาลผู้ป่วยหนัก	6
2	ห้องตรวจรักษาผู้ป่วย	6
3	ห้องฉุกเฉิน	12
4	บริเวณพักคอยสำหรับแผนกผู้ป่วยนอก	12
5	ห้องพักผู้ป่วย	6
6	ห้องแยกผู้ป่วยแพร่เชื้อทางอากาศ	12
7	ห้องปฏิบัติการ	6

ที่มา : www.EIT.or.th

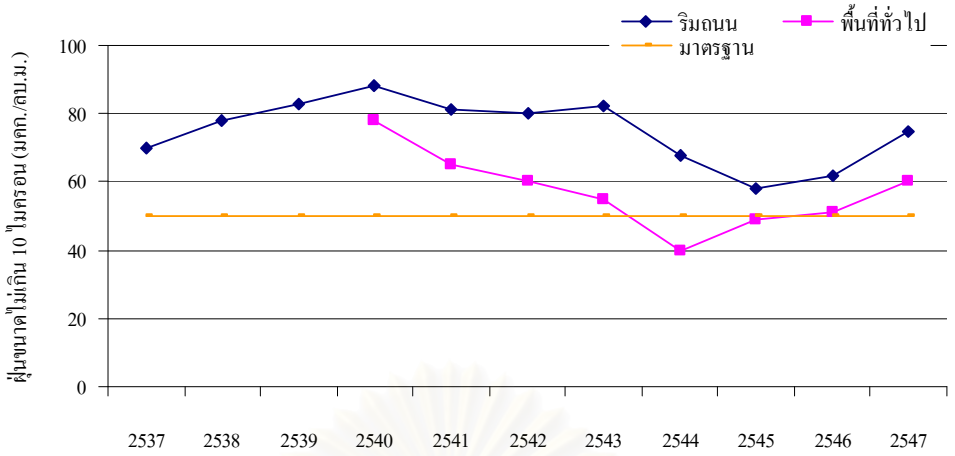
2.3 ฝุ่นที่มีขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน

สำนักจัดการคุณภาพอากาศและเสียง กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ระบุไว้ในรายงานสถานการณ์และการจัดการปัญหามลพิษทางอากาศและเสียง พ.ศ. 2547 ว่า สารมลพิษทางอากาศที่เป็นปัญหาหลักพบเกินมาตฐานในหลายพื้นที่อย่างต่อเนื่องและมีความรุนแรงมากขึ้น คือ ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM_{10}) (สำนักจัดการคุณภาพอากาศและเสียง กรมควบคุมมลพิษ, 2547)

2.3.1 ลักษณะและแหล่งกำเนิด

ฝุ่นขนาดไม่เกิน10 ไมครอน (PM_{10}) อาจเป็นตัวชี้วัดผลกระทบต่อสุขภาพที่ดี สำหรับการประเมิน ผลกระทบจากการรับสัมผัสฝุ่นละออง ในช่วงระหว่างปี พ.ศ. 2537-2547 ค่าเฉลี่ยรายปีของฝุ่นขนาดไม่เกิน10 ไมครอนบริเวณริมถนนในกรุงเทพมหานครอยู่ระหว่าง 58 ถึง 88 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (ภาพที่ 2.1) ค่าเฉลี่ยรายปีเริ่มตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2537 สูงเกินค่ามาตรฐาน ที่กำหนดให้ซึ่งไม่เกิน 50 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร มาตลอด

สำหรับบริเวณพื้นที่ทั่วไป คุณภาพอากาศย่านที่พักอาศัยในกรุงเทพมหานคร พบว่า ฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนยังคงเป็นปัญหาสำคัญที่พบเกินมาตรฐานและมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นเรื่อยๆ ตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2544 เป็นต้นมา



ภาพที่ 2.1 ความเข้มข้นฝุ่นขนาดไม่เกิน10 ไมครอนเฉลี่ยรายปี ในกรุงเทพมหานคร ปี พ.ศ. 2537 – 2547

ที่มา : สำนักจัดการคุณภาพอากาศและเสียง กรมควบคุมมลพิษ, 2548

ฝุ่นในกรุงเทพมหานครมีที่มาจาก 5 แหล่งสำคัญ คือ ฝุ่นปลิวจากถนน ฝุ่นจากรถยนต์ ฝุ่นจากการก่อสร้าง ฝุ่นจากหม้อไอน้ำ และฝุ่นจากโรงไฟฟ้า (บริษัทเรเดียนอินเตอร์เนชั่นแนล, 2541) ฝุ่นปลิวจากถนนเกิดจากการวิ่ง ของยานยนต์ ในปี พ.ศ. 2539 มีฝุ่นจากแหล่งนี้ประมาณ 20,378 ตัน ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 33.2 ของฝุ่นจากทุกแหล่ง (ตารางที่ 2.3) แหล่งฝุ่นที่สำคัญอีกแหล่ง คือ ฝุ่นจากหม้อไอน้ำ ซึ่งทำให้เกิดฝุ่นประมาณ 18,115 ตันต่อปี (29.5%) ในปีเดียวกัน ฝุ่นจากยานยนต์ เกิดจากการเผาไหม้ของเครื่องยนต์ ทำให้เกิดฝุ่นค่อนข้างมากเช่นกัน ประมาณ 14,043 ตันต่อปี (22.8%) ฝุ่นบางส่วนจะมาจาก โรงไฟฟ้า ประมาณ 7,191 ตันต่อปี (11.7%) และการก่อสร้าง ประมาณ 1,752 ตันต่อปี (2.9%)

ตารางที่ 2.3 ปริมาณการปล่อยฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ในปี พ.ศ. 2539 2543 และ 2548

ประเภทแหล่งกำเนิด	**ปริมาณการปล่อยฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (%)**		
	พ.ศ. 2539	**พ.ศ. 2543**	**พ.ศ. 2548**
ฝุ่นปลิวจากถนน	33.2	31.9	29.2
หม้อไอน้ำโรงงาน	29.5	30.4	34.2
ยานยนต์	22.8	22.4	19.2
โรงไฟฟ้า	11.7	12.1	13.6
การก่อสร้าง	2.9	3.2	3.9
รวม (ตันต่อปี)	**61,492**	**59497**	**52944**

ที่มา : กรมควบคุมมลพิษ, 2548

จากตาราง 2.3 พบว่า รถยนต์และฝุ่นจากถนนเป็นแหล่งกำเนิดสูงสุดของฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน โดยแหล่งกำเนิดฝุ่นจากรถยนต์นั้นได้แก่ รถดีเซลขนาดใหญ่ (รถประจำทาง รถบรรทุก) รถจักรยานยนต์ รถเบนซิน และรถดีเซลขนาดเล็ก เป็นต้น ขณะที่ฝุ่นจากถนนมีแหล่งกำเนิดมาจาก ฝุ่นจากรถบรรทุกจากพื้นที่ก่อสร้าง ฝุ่นจากกองวัสดุและกองขยะ ขอบทางและเกาะกลางถนนที่เป็นดิน และพื้นที่ก่อสร้างถนน เป็นต้น

ฝุ่นละอองเป็นมลพิษทางอากาศที่เป็นปัญหาหลักในกรุงเทพมหานคร และชุมชนขนาดใหญ่ ฝุ่นละอองที่มีอยู่รอบๆ ตัวเรา มีขนาดตั้งแต่ 0.002 ไมครอน ซึ่งเป็นกลุ่มของโมเลกุล (มองไม่เห็นด้วยตาเปล่า ต้องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบอิเล็คตรอน) ไปจนถึงขนาดใหญ่กว่า 500 ไมครอน ซึ่งเป็นฝุ่นขนาดใหญ่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า (ฝุ่นที่มองเห็นด้วยตาเปล่ามีขนาดตั้งแต่ 50 ไมครอนขึ้นไป)

ฝุ่นละอองเป็นอนุภาคที่มีความหลากหลายทางด้านกายภาพและองค์ประกอบ อาจมีสภาพเป็นของแข็งหรือของเหลว ฝุ่นละอองที่แขวนลอยอยู่ในอากาศได้นาน มักจะเป็นฝุ่นละอองขนาดเล็ก (มีขนาดเส้นผ่านเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 10 ไมครอน) เนื่องจากมีความเร็วในการตกสู่พื้นต่ำ หากมีแรงกระทำจากภายนอกเข้ามามีส่วนเกี่ยวข้อง เช่น การไหลเวียนของอากาศ กระแสลม เป็นต้น จะทำให้แขวนลอยอยู่กลางอากาศได้นานมากขึ้น ฝุ่นละอองที่มีขนาดใหญ่ (ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่า 100 ไมครอน) อาจแขวนลอยอยู่ในบรรยากาศได้เพียง 2-3 นาที แต่ฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 0.5 ไมครอน อาจแขวนลอยอยู่ในอากาศได้นานเป็นปี

ฝุ่นละอองในบรรยากาศอาจแยกได้เป็น 2 ประเภท ตามแหล่งกำเนิดของฝุ่น คือฝุ่นละอองที่เกิดและแพร่กระจายสู่บรรยากาศโดยตรง และฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นภายหลังโดนปฏิกิริยาต่างๆ ในบรรยากาศ เช่น การรวมตัวกันของฝุ่นละอองด้วยกันหรือรวมตัวกับก๊าซหรือรวมตัวกับของเหลวหรือรวมตัวกับของแข็ง ด้วยปฏิกิริยาทางฟิสิกส์ ทางเคมี หรือทางเคมีแสง ฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน มีแหล่งกำเนิดจาก การจราจรบนท้องถนน หรือกระบวนการขุด เจาะ บดบนถนน

โดยสรุป ฝุ่นขนาดเล็กกว่า 0.1 ไมครอน มาจากไอเสียรถยนต์ ปฏิริยาระหว่างก๊าซชนิดต่างๆ ควันไฟ พายุฝุ่น ละอองน้ำทะเลและโรงงานอุตสาหกรรม ฝุ่นขนาด 0.1 ─ 1.0 ไมครอน มาจากการรวมตัวของควัน ไอเสียกับไอน้ำ อนุภาคขนาด 0.4-0.9 ไมครอน เป็นตัวการกระจายแสงและทำให้ท้องฟ้าขมุกขมัว ฝุ่นขนาดใหญ่กว่า 1.0 ไมครอน มาจากการรวมตัวใหญ่ขึ้นของควันไฟขี้เถ้า ผงโลหะจากการขัดสี เกสรดอกไม้และแมลง (วงศ์พันธ์ ลิมปเสนีย์, นิตยา มหาผลและธีระ เกรอต, 2543)

สำนักจัดการคุณภาพอากาศและเสียง กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (2549) ได้ทำการตรวจวัดคุณภาพอากาศ ณ สถานีตรวจวัด

คุณภาพอากาศโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ ประจำปี พ.ศ. 2548 พบว่า ฝุ่นรวม (TSP) ในบรรยากาศ มีค่าสูงสุดในเดือนมีนาคม (150 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) ซึ่งอยู่ในช่วงฤดูแล้ง และมีค่าต่ำสุดในเดือนกันยายน (50 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) ซึ่งอยู่ในช่วงฤดูฝน (ตารางที่ 2.4) ขณะที่ความเข้มข้นฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM_{10}) ในบรรยากาศเฉลี่ยรายเดือนมีค่าสูงสุดในเดือนธันวาคม (95.32 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) ซึ่งอยู่ในช่วงฤดูแล้ง และมีค่าต่ำสุดในเดือนกุมภาพันธ์37.87 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) ซึ่งอยู่ในช่วงฤดูแล้งเช่นกัน (ตารางที่ 2.4)

ตารางที่ 2.4 ความเข้มข้นฝุ่นรวม (TSP) และฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM_{10}) เฉลี่ยรายเดือนปี 2548 ของสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์กับค่าตรวจวัด ($\mu g\text{-}m^{-3}$)

เดือน	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
TSP **outdoor**	120	120	150	100	100	90	70	60	50	60	100	150
PM_{10} **outdoor**	61.48	37.87	79.10	51.78	58.03	41.70	49.38	49.08	63.58	71.62	81.35	95.32

ที่มา : ดัดแปลงจาก กรมควบคุมมลพิษ, 2549

2.3.2 ฝุ่นภายในอาคาร

คนส่วนใหญ่ทราบกันดีว่ามลพิษภายนอกอาคาร (outdoor air pollution) ก่อให้เกิดปัญหากับสุขภาพร่างกายของมนุษย์ แต่ไม่ทราบว่ามลพิษภายในอาคาร (indoor air pollution) ก็มีส่วนสำคัญในการทำลายสุขภาพของมนุษย์ได้เช่นกัน

จากการศึกษาของสำนักงานอนุรักษ์สภาวะแวดล้อมแห่งสหรัฐอเมริกา (E.P.A.: Environment Protection Agency) พบว่ามนุษย์เราเผชิญกับปัญหามลพิษอากาศภายในอาคารมากกว่านอกอาคาร 2-5 เท่า ยิ่งไปกว่านั้นสมาพันธ์ผู้บริโภคแห่งสหรัฐอเมริการายงานว่า อากาศภายในอาคารอาจจะเป็นมลพิษมากกว่าอากาศภายนอกถึง 10 เท่า ปัญหาดังกล่าวเกิดขึ้นเนื่องจากมลสารขนาดเล็ก ที่ปะปนอยู่ในอากาศภายในอาคารและมนุษย์ใช้เวลาส่วนใหญ่ในการประกอบกิจวัตรประจำวันมากกว่าร้อยละ 90 อยู่ภายในอาคาร

โดยเหตุผลข้างต้น อากาศในอาคารที่อยู่อาศัยในปัจจุบันอาจถูกปนเปื้อนด้วยสารมลพิษ ซึ่งเมื่อมีความเข้มข้นสูงมากก็จะมีผลกระทบต่อผู้อยู่อาศัยได้

สารมลพิษภายในอาคารที่พบได้และมีศักยภาพเป็นผลร้ายต่อมนุษย์อาจมีที่มาจากภายในอาคารเอง ได้แก่ ชีวสาร ผลผลิตจากการเผาไหม้ ควันบุหรี่ ฝุ่นใยต่างๆ ผู้ที่อาศัยในอาคารที่

มีศักยภาพภูมิไวเกินแบบทันควัน (atopy persons) เมื่อสัมผัสการก่อภูมิแพ้ ซ้ำๆ ก็จะเกิดโรคทางระบบทางเดินหายใจได้ (สมชัย บวรกิตติ, 2539)

นอกจากนี้ฝุ่นละอองจากภายนอกอาคารก็มีความสัมพันธ์กับฝุ่นละอองภายในอาคาร จากรายงานโครงการศึกษาผลกระทบของฝุ่นละอองต่อสุขภาพอนามัยของประชาชนในเขตกรุงเทพมหานคร พบว่าการเพิ่มขึ้นหรือลดลงวันต่อวันของฝุ่นละอองภายในอาคารมีความสัมพันธ์กับการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของระดับฝุ่นละอองภายนอกอาคาร (บริษัท แฮกเลอร์ เบลลี่ เซอร์วิส, 2541)

2.3.3 ผลกระทบของฝุ่น

มลพิษทางอากาศสามารถทำให้เกิดผลเสีย เสียหายต่อสิ่งต่างๆได้มากมาย เช่นเป็นอันตรายต่อสุขภาพอนามัยของคนและสัตว์ ทำลายพืช ทำให้วัสดุเสียหาย ทำให้เกิดผลเสียหายแก่สภาพภูมิอากาศและเป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อมและระบบนิเวศวิทยา ลักษณะของความรุนแรงที่เกิดขึ้น ขึ้นอยู่กับประเภทและความเข้มข้นของสารมลพิษทางอากาศ และความยาวนานของการสัมผัสกับสารมลพิษทางอากาศ นอกจากนี้สารมลพิษทางอากาศบางชนิด ยังอาจมีผลที่เสริมฤทธิ์กัน (Synergism) ทำให้ผลเสียหายที่เกิดขึ้นทวีความรุนแรงมากขึ้นกว่าผลเสียหายที่เกิดขึ้น หากมีสารมลพิษทางอากาศเพียงชนิดใดชนิดหนึ่งเท่านั้น หรืออาจมีผลหักล้างซึ่งกันและกัน (Antagonism) ทำให้ผลเสียหายที่เกิดขึ้นมีความรุนแรงน้อยลง

ผลเสียหายที่มีผลต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์ เป็นผลเสียหายที่มีความสำคัญมากที่สุด อันตรายที่เกิดขึ้นอาจเริ่มตั้งแต่ก่อให้เกิดความรำคาญ ระคายเคือง เกิดการเปลี่ยนแปลงในร่างกายโดยไม่แสดงอาการ จนกระทั่งมีอาการชัดเจน นอกจากนี้แล้วอันตรายต่อสุขภาพอาจไม่ได้เกิดขึ้นจากสารมลพิษทางอากาศเพียงอย่างเดียว โดยปกติแล้วมนุษย์เราจะได้รับสารมลพิษเข้าสู่ร่างกายทางการหายใจ การสัมผัสทางผิวหนังและนัยน์ตา อันตรายต่อสุขภาพของสารมลพิษทางอากาศที่สำคัญ ได้แก่ (นพภาพร พานิชและแสงสันติ์ พานิช, 2544)

1) ก๊าซคาร์บอนมอนออกไซด์ (CO)

เมื่อหายใจเข้าไปจะสามารถรวมตัวกับฮีโมโกลบิน (Haemoglobin) ในเม็ดเลือดแดงได้ดีกว่าก๊าซออกซิเจน 200-2500 เท่า เกิดเป็นคาร์บอกซีฮีโมโกลบิน (Carboxyhaemoglobin, COHb) ทำให้เลือดนำออกซิเจนจากปอดไปยังเนื้อเยื่อต่างๆ น้อยลง การเกิด COHb ในเลือดมากหรือน้อย ขึ้นกับปริมาณของก๊าซคาร์บอนมอนออกไซด์ที่หายใจเข้าไป นั่นคือ ขึ้นกับความเข้มข้นและระยะเวลาที่หายใจเข้าไปนั่นเอง ดังนั้นจะเห็นได้ว่า ก๊าซคาร์บอนมอนออกไซด์จะทำให้ร่างกายได้รับก๊าซออกซิเจนไม่เพียงพอ ทำให้หัวใจต้องทำงานสูบฉีดเลือดมากขึ้น มีอาการมึนงง ตาพร่ามัว ปวดศีรษะ คลื่นไส้ อ่อนเพลีย เป็นลมหมดสติ และถึงตายได้ในที่สุด

ตารางที่ 2.5 มาตรฐานก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ในอากาศ

ความเข้มข้นเฉลี่ยของก๊าซคาร์บอนมอนออกไซด์ในอากาศ				ระยะเวลา (1 ชั่วโมง)
ปี 2524		ปี 2538		
มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร์	ส่วนในล้านส่วน	มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร์	ส่วนในล้านส่วน	
20	17	10.26	9	8
50	43	34.2	30	1

ที่มา : นพภาพรและแสงสันต์, 2544

2) ก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ (NO_2)

ก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจนที่สำคัญคือ ก๊าซไนตริกออกไซด์ (NO) และก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) ซึ่งเกิดจากการทำปฏิกิริยาเคมีของไนโตรเจนในระหว่างการเผาไหม้เชื้อเพลิงประเภทต่างๆ ที่อุณหภูมิสูงๆ โดยทั่วไปแล้ว NO ในอากาศจะถูกออกซิไดซ์ไปเป็น NO_2 โดยออกไซด์ของไนโตรเจนที่ทำให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพได้ คือ ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ เมื่อหายใจเข้าไปแล้วอาจทำให้เกิดการระคายเคืองในถุงลม (alveoli) ทำให้เกิดอาการคล้ายกับโรคหลอดลมตีบตัน (emphysema) โดยเฉพาะบุคคลที่เป็นโรคหืดอยู่แล้ว นอกจากนี้ NO_2 ในปอดยังอาจเปลี่ยนไปเป็น Nitrosamines ซึ่งทำให้เกิดมะเร็งในปอดได้

3) ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2)

ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ เป็นก๊าซไม่มีสี ไม่ไวไฟ มีกลิ่นฉุนแสบจมูกเกิดจากการรวมตัวกันของกำมะถันที่เจือปนอยู่ในเชื้อเพลิงกับก๊าซออกซิเจนในขณะที่เชื้อเพลิงถูกเผาไหม้ สามารถละลายน้ำได้ดีพอสมควรและถูกดูดซึมได้ดีในระบบการหายใจส่วนบน ซึ่งชั้นก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) ค่อยๆ ทำปฏิกิริยากับก๊าซออกซิเจนในอากาศ เกิดเป็น ก๊าซซัลเฟอร์ไตรออกไซด์ (SO_3) ซึ่งเมื่อรวมตัวกับความชื้นในอากาศ เกิดเป็นกรดซัลฟิวริก (H_2SO_4) ทั้ง SO_2, SO_3 และ H_2SO_4 อาจก่อให้เกิดความระคายเคืองและเป็นอันตรายต่อระบบทางเดินหายใจ เช่น โรคหลอดลมอักเสบเรื้อรัง โรคทางเดินหายใจและโรคปอดอื่นๆ อันตรายจะรุนแรงมากขึ้นเมื่อรวมกับฝุ่นละออง

4) ฝุ่นละออง (Suspended Particulate Matter)

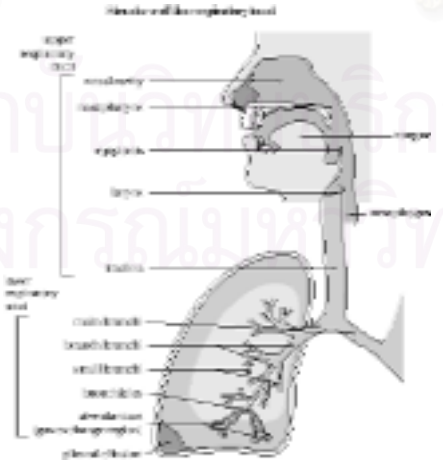
ฝุ่นละอองแบ่งออกเป็น 2 ประเภทตามพฤติกรรมของฝุ่นในอากาศซึ่งขึ้นกับขนาดของฝุ่นกล่าวคือ ฝุ่นประเภทที่สามารถตกลงสู่พื้นได้ (dustfall) และฝุ่นประเภทที่แขวนลอยอยู่ในอากาศ (Suspended Particulate Matter) (Lynn., 1976) ซึ่งเป็นสาเหตุให้ฝุ่นขนาดเล็กสามารถกระจายตัวไปได้ไกลกว่าฝุ่นขนาดใหญ่ นอกจากนี้ขนาดของฝุ่นยังเป็นตัวกำหนดผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์อีกด้วย ฝุ่นขนาดเล็กจะสามารถเข้าไปในระบบการหายใจได้ลึกกว่าฝุ่นขนาด

ใหญ่ (Tomany, 1975) และตกค้างอยู่ในช่องระหว่างเซลล์ถุงลมในปอด (มาริษา เพ็ญกุล ภู่ภิญโญกุล, 2542)

เนื่องจากอันตรายของอนุภาคฝุ่นละอองแตกต่างกันตามขนาดอนุภาค ทำให้มีการแบ่งประเภทฝุ่นตามขนาด คือ ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 100 ไมครอน (Total Suspended Particle, TSP) หรืออนุภาคฝุ่นรวม ซึ่งมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศทั่วไปกำหนดไว้ที่ 0.05 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร เฉลี่ยรายชั่วโมง และ 0.12 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร เฉลี่ย 24 ชั่วโมง และฝุ่นละอองขนาดอนุภาคไม่เกิน 10 ไมครอน (PM_{10}) หรือฝุ่นขนาดเล็ก มาตรฐานกำหนดไว้ที่ 0.10 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร เฉลี่ยรายชั่วโมง และ 0.33 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตรเฉลี่ย 24 ชั่วโมง (กรมควบคุมมลพิษ, 2546)

ฝุ่นละอองอาจก่อให้เกิดอาการระคายเคืองเท่านั้นยกเว้นฝุ่นละอองบางประเภทที่มีพิษอยู่ในตัวของมันเอง เช่น ซิลิกา ฝุ่นละอองของโลหะต่างๆ อย่างไรก็ตามฝุ่นละอองอาจรวมตัวกับสารมลพิษทางอากาศดังที่ได้กล่าวมาแล้วมีฤทธิ์เสริมกัน เช่น ฝุ่นละอองบางชนิดเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาให้ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์กลายเป็นกรดซัลฟิวริกได้รวดเร็วยิ่งขึ้น

ฝุ่นละอองที่มีขนาดใหญ่ก่อให้เกิดปัญหามลพิษหรือเหตุเดือดร้อนรำคาญ ส่วนฝุ่นที่สามารถเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจของมนุษย์ได้มีขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่านี้ เมื่อเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจจะเกาะตัวหรือตกสู่ส่วนต่างๆ ของระบบทางเดินหายใจก่อให้เกิดการระคายเคืองและทำลายเนื้อเยื่อของอวัยวะนั้นๆ เช่น เนื้อเยื่อปอด หากได้รับในปริมาณมากหรือได้รับเป็นระยะเวลานานสามารถสะสมในเนื้อเยื่อปอด เกิดเป็นพังผืดหรือแผลขึ้นได้ และทำให้การทำงานของปอดเสื่อมสมรรถภาพลง ทำให้หลอดลมอักเสบ เกิดหอบหืด ถุงลมโป่งพอง และโอกาสเกิดโรคระบบทางเดินหายใจเนื่องจากการติดเชื้อเพิ่มขึ้นได้



ภาพที่ 2.2 ระบบทางเดินหายใจ

ที่มา : http://hcd2.bupa.co.uk/fact_sheets/html/Pneumonia.htm

จากการ ศึกษาทั่วโลกพบว่าฝุ่นละอองสามารถทำให้เสียชีวิตก่อนเวลาอันสมควร ทำให้เกิดโรคในระบบทางเดิน หายใจ และโรคในระบบหัวใจและหลอดเลือด การศึกษาของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย พบว่าเด็กนักเรียนที่อาศัยอยู่บริเวณที่มีฝุ่นละอองสูง (ความเข้มข้นฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนมากกว่า 100 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) มีอัตราป่วยด้วยโรคในระบบทางเดินหายใจสูงกว่าเด็กที่อาศัยอยู่บริเวณที่มีฝุ่นละอองต่ำ (ความเข้มข้นฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนกว่า 50 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) และพบว่า ระดับความรุนแรงของอาการป่วยจะเปลี่ยนแปลงตามระดับของฝุ่นละออง (วิทยาลัยการสาธารณสุข, 2538)

นอกจากฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนแล้ว ยังมีฝุ่นขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน ($PM_{2.5}$) ซึ่งกำลังเป็นมลสารที่ได้รับความสนใจอย่างยิ่งในต่างประเทศ เนื่องจากฝุ่นขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอนสามารถเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจชั้นใน คือ หลอดลมชั้นใน (Terminal Bronchi) และถุงลม (Alveoli) ได้ (วงศ์พันธ์, นิตยาและธีระ, 2543) ในขณะนี้มาตรฐานฝุ่นละอองของประเทศไทย มี 2 ชนิด คือ ฝุ่นรวม (TSP) และฝุ่นขนาดเล็ก (PM_{10}) เมื่อเปรียบเทียบค่ามาตรฐานของประเทศไทยกับประเทศสหรัฐอเมริกาพบว่า มาตรฐานฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนเฉลี่ย 24 ชั่วโมงของไทยซึ่งมีค่า 120 ไมโครกรัมต่อลูกลาศก์เมตรเข้มงวดกว่ามาตรฐานของประเทศสหรัฐอเมริกาซึ่งกำหนดไว้ที่ 150 ไมโครกรัมต่อลูกลาศก์เมตร ขณะที่ กำหนดมาตรฐานฝุ่นขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอนไว้ที่ 15 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร เฉลี่ยรายปี และ 65 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตรเฉลี่ย 24 ชั่วโมง ในขณะที่ประเทศไทยยังไม่มีมาตรฐานดังกล่าว (นพภาพร และแสงสันติ์, 2544)

2.4 การปนเปื้อนจุลชีพภายในโรงพยาบาล

การดำเนินชีวิตของมนุษย์ต้องเกี่ยวข้องกับจุลินทรีย์ไม่ทางตรงก็ทางอ้อม จุลินทรีย์เหล่านี้อาจเป็นเชื้อแบคทีเรีย ไวรัส รา และปรสิต การปนเปื้อนของจุลชีพภายในโรงพยาบาล จึงอาจทำให้เกิดการติดเชื้อได้ (พิพัฒน์ ลักษมีจรัลกุล, 2543)

การติดเชื้อ (infection) หมายถึง การที่จุลินทรีย์เข้าไปอยู่ในร่างกาย หรือบนร่างกายแล้วก่อให้ให้ร่างกายเกิดการตอบสนองทางภูมิคุ้มกัน อาจทำให้ร่างกายได้รับอันตรายหรือไม่ก็ได้ ถ้าร่างกายได้รับแล้วอันตรายหรือเจ็บป่วย เรียกว่า การติดเชื้อแบบมีอาการ (symtomatic infection) ถ้าร่างกายไม่มีอาการเจ็บป่วย เรียกว่า การติดเชื้อแบบไม่ปรากฏอาการ (asymtomatic หรือ subclinical หรือ inapparent infection)

โรคติดเชื้อ (infection diseases) หมายถึง โรคที่เกิดจากจุลินทรีย์หรือพิษของจุลินทรีย์ชนิดใดชนิดหนึ่ง ซึ่งอาจถ่ายทอดเชื้อมาจากมนุษย์ สัตว์หรือสิ่งแวดล้อม มาสู่มนุษย์ โดยทางตรงหรือทางอ้อม แล้วก่อให้เกิดอันตรายแก่ร่างกาย

องค์ประกอบของการเกิดโรคติดเชื้อ 2 องค์ประกอบใหญ่ๆ คือ

1) องค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับเชื้อที่เป็นเหตุ (etiologic agent)

เชื้อจุลินทรีย์ที่เข้าสู่ร้างกายจะก่อให้เกิดโรคหรือไม่ มีอาการรุนแรงเพียงใดขึ้นอยู่กับปัจจัย เช่น

(1) คุณสมบัติของเชื้อจุลินทรีย์

(2) ความสามารถของการติดเชื้อ

(3) จำนวนเชื้อจุลินทรีย์

(4) ทางเข้าสู่ร่างกายของเชื้อจุลินทรีย์

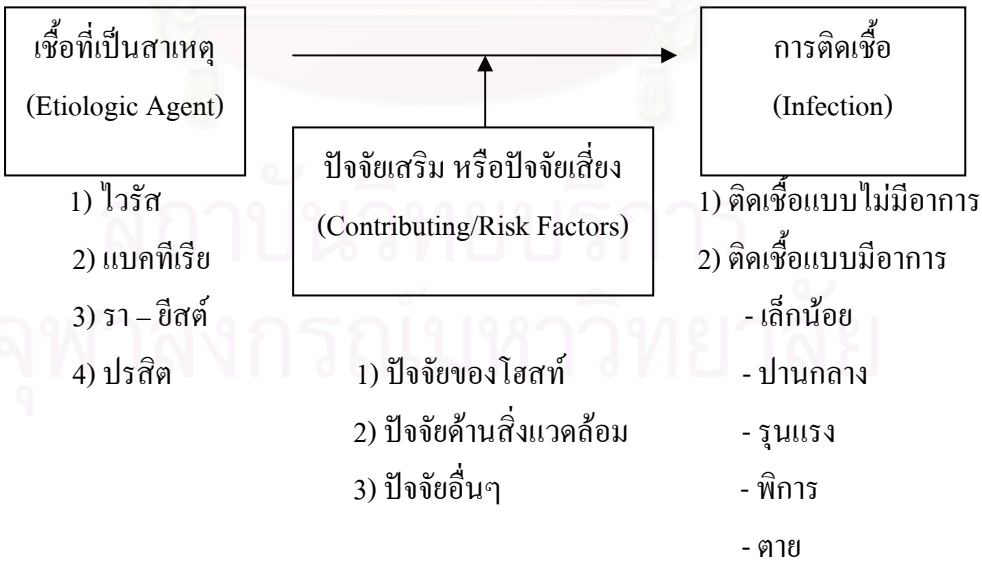
2) ปัจจัยเสริมหรือปัจจัยเสี่ยง (contributing factors or risk factors)

การที่ร่างกายของโฮสท์จะมีโอกาสติดเชื้อหรือไม่และจะเกิดโรคหรือไม่ นอกจากจะขึ้นอยู่กับปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับเชื้อที่เป็นสาเหตุดังกล่าวแล้ว ยังขึ้นอยู่กับองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับ “โฮสท์ และ สิ่งแวดล้อม” ได้แก่

(1) องค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับโฮสท์ เช่น อายุ เพศ กรรมพันธุ์และเชื้อชาติ องค์ประกอบด้านพฤติกรรม องค์ประกอบด้านสรีระ โภชนาการและจิตใจ ประสบการณ์ของร่างกายที่มีต่อเชื้อจุลินทรีย์และภาวะภูมิคุ้มกันของร่างกาย เป็นต้น

(2) องค์ประกอบที่เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม

สิ่งแวดล้อมมีส่วนสำคัญมากในการเกิดโรค เป็นส่วนช่วยเพิ่มโอกาสในการรับเชื้อหรือทำให้เซลล์ของร่างกายไวต่อการติดเชื้อมากขึ้น หรือทำให้เชื้อจุลินทรีย์เพิ่มมากขึ้น หรือทำให้พาหะและสื่อนำโรคเพิ่มมากขึ้น



ภาพที่ 2.3 ธรรมชาติการเกิดโรคติดเชื้อและปัจจัยที่เกี่ยวข้อง

ที่มา: พิพัฒน์, 2543

2.4.1 เชื้อรา

เชื้อราพบได้ทั่วไปตามธรรมชาติ เช่น ในอากาศ น้ำ ดิน เชื้อราที่อยู่ในดินมีความสำคัญในการช่วยย่อยซากสัตว์และพืชให้เป็นโมเลกุลเล็กๆ พื้นดินบริเวณนั้นจึงเป็นดินที่อุดมสมบูรณ์ เห็ดบางสายพันธุ์สามารถนำมาเป็นอาหารได้ ในทางกลับกันเชื้อราก็สามารถให้โทษได้ เช่น ก่อให้เกิดโรคพืช สัตว์และคน

เชื้อราที่ก่อโรคในคนสามารถจำแนกได้ออกเป็น 3 จำพวกคือ

(1) เชื้อราสร้างสารพิษ (toxigenic fungi) หมายถึงเชื้อราที่มีสารพิษอยู่ภายในหรือสามารถสร้างและปลดปล่อยสารพิษออกสู่ภายนอกได้ เช่นสารพิษจากเห็ดเมาและสารพิษจากเชื้อรา

(2) เชื้อราก่อโรคภูมิแพ้ (allergenic fungi) หมายถึงเชื้อราหรือส่วนของเชื้อรา เช่น โคนิเดีย ทำหน้าที่ประหนึ่งเป็นแอนติเจนกระตุ้นร่างกายให้สร้างแอนติบอดี้ เมื่อทำปฏิกิริยาต่อกันก่อให้เกิดผลเสียแบบที่เรียกว่าปฏิกิริยาภูมิไวเกิน เช่น โรคปอดชาวนา (Farmer's lung) แบแกสโซซีส (Bagassosis)

(3) เชื้อบุกรุก (invasive fungi) หมายถึงเชื้อราที่สามารถบุกรุกเข้าไปเจริญอยู่ในร่างกายมนุษย์ อาจจะเจริญได้แค่ผิวหนัง หรือลุกลามเข้าสู่อวัยวะภายใน

เชื้อราที่ล่องลอยอยู่ในอาคารมีแหล่งมาจากมนุษย์เอง และจากสิ่งแวดล้อม ปริมาณจุลชีพมีแนวโน้มทำนองเดียวกันกับปริมาณอนุภาคแขวนลอยคือ พบมากที่สุดภายในอาคารที่มีการระบายอากาศแบบธรรมชาติและพบปริมาณสูงสุดในฤดูหนาว (สมชัย, 2539)

อาการสำคัญที่เกิดจากเชื้อราได้แก่ อาการคัดจมูก คอแห้งและผิวหนังที่แห้ง กลิ่นอากาศที่ไม่บริสุทธิ์ (stuffiness) มักเกิดจากการสะสมของเมตาบอไลท์ของเชื้อรา ปัจจัยหนึ่งของการเพิ่มปริมาณในอาคารคือ การขาดการบำรุงรักษาระบบเครื่องปรับอากาศและเครื่องทำความชื้น

1) การแพร่กระจายของเชื้อรา

กลไกการแพร่กระจายที่สำคัญได้แก่ (สมหวัง, 2537)

(1) การสัมผัส

เป็นกลไกที่สำคัญที่สุดที่เกิดขึ้นจากการจับต้องผู้ป่วยโดยตรง หรือการสัมผัสที่เกิดจากการใช้เครื่องมือเครื่องใช้ต่างๆ พาหะที่สำคัญที่สุดในการนำเชื้อสู่ผู้ป่วยคือมือของบุคลากร เครื่องมือเครื่องใช้ทางการแพทย์ที่ไม่ได้รับการกำจัดเชื้อที่ถูกต้องก็ทำให้มีการแพร่เชื้อได้ง่าย

(2) การแพร่ทางอากาศ

เชื้อโรคออกจากผู้ป่วยดายการจาม ไอ หรือแพร่กระจายออกไปผิวหนังหรือจากสิ่งที่มีเชื้อโรคปนอยู่ เช่น หนองที่เปื่อนตามเตียงหรือพื้น เป็นต้น เชื้อจะลอยไปในอากาศสู่ผู้ป่วยอื่นได้ หอผู้ป่วยที่ไม่มีการระบายอากาศที่ดี ย่อมมีโอกาสที่ทำให้มีการติดเชื้อโดยวิธีนี้ได้ง่าย

2) ปัจจัยในการแพร่กระจายเชื้อรา

ปัจจัยสำคัญในการแพร่กระจายเชื้อ ได้แก่ (ลีรา, 2537)

(1) ผู้ป่วย ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับผู้ป่วยได้แก่

- อายุ ผู้ป่วยที่อายุน้อยได้แก่ทารกแรกเกิด เด็กเล็กและผู้ป่วยที่อายุมากได้แก่ คนชรา ผู้สูงอายุ จะมีอัตราการเกิดโรคติดเชื้อในโรงพยาบาลสูงกกว่าผู้ป่วยที่อยู่ในวัยหนุ่มสาว

- ความเครียด ผู้ป่วยที่มีความเครียดสูง เช่นไม่สบายใจจากการเป็นโรค จะทำให้ภูมิคุ้มกันร่างกายต่ำลง

- โรคที่มีอยู่ก่อนแล้ว เช่นโรคมะเร็ง เบาหวาน ไตพิการ ออโตอิมมูน ขาดอาหาร ฯลฯ มีส่วนทำให้ร่างกายอ่อนแอ จึงเกิดโรคติดเชื้อในโรงพยาบาลได้ง่าย

- การรักษา เช่น การใช้รังสีรักษา การใช้ยากดภูมิคุ้มกันจะมีผลทำให้ร่างกายเกิดการติดเชื้อได้ง่าย และการรักษาผู้ป่วยด้วยยาปฏิชีวนะจะยับยั้งการทำงานหรือทำลายจุลชีพประจำถิ่น และอาจมีผลทำให้เกิดจุลชีพที่ดื้อยาเจริญแบ่งตัวเพิ่มจำนวนมากขึ้นจนทำอันตรายแก่ผู้ป่วย

- สิ่งแปลกปลอม ผู้ป่วยที่มีสิ่งแปลกปลอมในร่างกาย เช่น มีการใช้ท่อสวนปัสสาวะ (urethral catheters) สายให้อาหารทางกระแสโลหิต (intravenous catheters) ท่อช่วยหายใจ(endotracheal tube) การเจาะคอ (tracheostomy) อวัยวะเทียม (protheses) เป็นต้น ถ้าอุปกรณ์เหล่านี้มีการปนเปื้อนจุลชีพก่อโรคจะก่อให้เกิดโรคติดเชื้อในโรงพยาบาลได้

- สาเหตุอื่นๆ เช่นผู้ป่วยมีแผลไฟไหม้ น้ำร้อนลวก เป็นโรคผิวหนังบางชนิด ผู้ที่ติดยาเสพติดชนิดฉีด ฯลฯ อาจเกิดการติดเชื้อได้ง่าย

ผู้ป่วยที่ติดเชื้อง่ายเนื่องจากมีโรคอื่น จากการรักษาหรือแผลไฟไหม้ ทำให้ภูมิคุ้มกันต่ำลง หรือผิวหนังมีรอยฉีกขาดเรียกว่า compromised host ผู้ป่วยเหล่านี้จะเป็นโรคติดเชื้อในโรงพยาบาลได้ง่าย

(2) เชื้อโรค

ถ้าจุลชีพมีจำนวนมาก และมีความรุนแรง (virulence) สูงจะก่อโรคได้ง่าย และเชื้อที่เป็นสาเหตุของการติดเชื้อในโรงพยาบาลมักเป็นเชื้อที่ดื้อยา ทำให้การรักษาผู้ป่วยให้ได้ผลนั้นทำได้ยาก

(3) สภาพแวดล้อมในโรงพยาบาล

สภาพแวดล้อม เช่น ผู้ป่วยอื่นๆ บุคลากรทางการแพทย์และเจ้าหน้าที่ของโรงพยาบาล ญาติผู้ป่วยและผู้มาเยี่ยมผู้ป่วย อาจเป็นพาหะและนำโรคมาให้ผู้ป่วย ตลอดจน อาหาร น้ำ อากาศ หอผู้ป่วย ห้องผ่าตัด ฯลฯ ถ้าสกปรกและมีเชื้อโรคปะปนเป็นจำนวนมากอาจเป็นสาเหตุทำให้เกิดโรคติดเชื้อในโรงพยาบาลได้

2.4.2 เชื้อวัณโรค (*Mycobacterium tuberculosis*)

วัณโรคในคนเกิดจากเชื้อแบคทีเรีย *Mycobacterium tuberculosis* เป็นส่วนใหญ่ มีเพียงเล็กน้อยที่เกิดจาก *M. bovis* และ *M. africanum* เชื้อวัณโรคเป็นเชื้อแบคทีเรียชนิด aerobic มีขนาดเล็กมากประมาณ 1-5 ไมครอน เชื้อมีผนังหนาทำให้สามารถทนทานต่อสิ่งแวดล้อม สามารถเจริญได้ดีในที่ซึ่งมี pH 6.0-7.6 ที่อุณหภูมิ 37^{0}C เชื้อวัณโรคมีระยะฟักตัวประมาณ 4-5 สัปดาห์ เมื่อ *M. tuberculosis* อยู่ในเนื้อเยื่อจะมีลักษณะเป็นท่อนตรง ผอมบาง หรือโค้งเล็กน้อย มักอยู่เป็นกลุ่ม ไม่สร้างสปอร์ ไม่เคลื่อนที่ ไม่มีแคปซูล และเมื่อเลี้ยงในอาหารอาจเป็นทรงกลมและแตกกิ่งก้าน ไม่สามารถจัดเป็นพวกแกรมบวกหรือแกรมลบ เพราะย้อมสีธรรมดาติดสียาก ต้องทำการย้อมด้วยวิธี Ziehl-Neelsen โดยใช้สีคาร์บอล-ฟุคซิน (carbol-fuchsin) ส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ธรรมดาจะพบเชื้อติด *M. tuberculosis* ตัวเชื้อจะติดสีแดงสดเป็นแท่งตรงหรือโค้งเล็กน้อย เมื่อย้อมติดสีแล้วจะทนต่อการล้างด้วยแอลกอฮอล์กรด (acid alcohol) ที่ประกอบด้วย เอทิลแอลกอฮอล์ 95% และกรดเกลือ 3% จึงเรียกเชื้อนี้ว่า แบคทีเรียทนกรด (acid fast bacteria) จะพบว่าผิวของเชื้อวัณโรคมีลักษณะเหี่ยวย่น ผนังเซลล์มี 3 ชั้น ประกอบด้วยชั้นของ glycolipid หุ้มรอบชั้นของ peptidoglycan และชั้น plasma membrane เป็นชั้นในสุด ชั้น glycolipid ประกอบด้วยชั้นบางๆ อีก 3 ชั้น คือ L1 L2 และ L3 ติดอยู่กับชั้น ยeptidoglycan ผนังเซลล์ของเชื้อวัณโรคมีส่วนประกอบของ glycopeptide น้อย lipid สูง และโปรตีน (สมาคมปราบวัณโรคแห่งประเทศไทย, 2542)

นอกจากนี้เชื้อวัณโรคยังมีกรดไมโคลิกที่เรียกว่า คอร์ดแฟกเตอร์ (cord factor) ซึ่งเป็น สารประกอบ trehalose 6,6 dimycolate อยู่ที่ผนังเซลล์ ซึ่งจะขัดขวางกระบวนการหายใจของไมโทคอนเดรียในเซลล์ฟาโกไซต์และเนื้อเยื่อ นอกจากเชื้อจะมีปริมาณไขมันมากซึ่งรวมทั้งกรดไขมันและคอมเพล็กซ์ลิพิดแล้ว ยังประกอบด้วยโปรตีนและพอลิแซ็กคาไรด์ ซึ่งเกี่ยวข้องกับการเป็นแอนติเจน

เชื้อวัณโรคถูกทำลายได้ในน้ำเดือดเป็นเวลานาน 2 นาที การแช่แข็งไม่สามารถทำลายเชื้อวัณโรคได้ เชื้อวัณโรคทนทานต่อความแห้ง สามารถมีชีวิตอยู่ได้นานตั้งแต่ 4 ชั่วโมงถึง 5 วัน ในภาวะแวดล้อมต่างๆ กัน และสามารถมีชีวิตอยู่ในห้องมืดได้นานตั้งแต่ 40 วัน จนกระทั่ง 5 เดือน รังสีอุลตร้าไวโอเลทในแสงแดดสามารถทำลายเชื้อวัณโรคได้ภายใน 5 นาที ความร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส และ 70 องศาเซลเซียส สามารถทำลายเชื้อวัณโรคได้ภายในเวลา 20 และ 5 นาที ตามลำดับ

องค์ประกอบส่วนใหญ่อยู่ที่ผนังเซลล์ ผนังเซลล์ของไมโคแบคทีเรียสามารถกระตุ้นให้เกิดภาวะภูมิไวเกินแบบล่าได้ ประกอบด้วย (นงลักษณ์, 2544)

(1) ไขมัน เป็นพวกไขมันที่ซับซ้อน (complex lipid) กรดไขมัน ขี้ผึ้ง (wax) ไขมันจะยึดกับโปรตีนและพอลิแซ็กคาไรด์ในเซลล์ ไขมันนี้จะทำให้เชื้อมีสมบัติเป็นพวก

ทนกรด ไม่ยอมให้สีย้อมผ่าน ทนต่อการทำลายของกรดเบส ทนต่อการทำลายของแอนติบอดีและคอมพลีเมนต์ กรด ไขมันที่สำคัญตัวหนึ่ง คือ กรดไมโคลิก โดยที่มิวรามีลไดเพปไทด์ (muramyl dipeptide) ที่อยู่ในเพปติโดไกลแคนของผนังเซลล์จะรวมเป็นสารซับซ้อนกับไมโคลิกเป็นแกรนูลโลมา (granuloma) ส่วนฟอสโฟลิพิดจะกระตุ้นให้เกิดคาสิเอชันนีโครซิส (caseation necrosis) สำหรับคอร์ดแฟกเตอร์ เกี่ยวข้องกับความรุนแรงของเชื้อ โดยยับยั้งการเคลื่อนที่ของเม็ดเลือดขาว ทำให้เกิดแกรนูโลมาเรื้อรัง (chronic granulomas) และยังทำหน้าที่เป็นแอดจูแวนท์ (adjuvant)

(2) โปรตีน อยู่ในรูปของลิโพโปรตีน ไกลโคลิโพโปรตีน เชื้อวัณโรคมีโปรตีนหลายชนิดที่กระตุ้นให้เกิดปฏิกิริยาทูเบอร์คูลิน (tuberculin reaction) และกระตุ้นให้สร้างแอนติบอดีหลายชนิด

(3) พอลิแซ็กคาไรด์ มีหลายชนิดจะกระตุ้นให้เกิดภาวะภูมิไวเกินแบบทันทีทันใด (immediate – hypersensitivity)

1) การแพร่กระจายของเชื้อวัณโรค

แหล่งแพร่กระจายเชื้อวัณโรคที่สำคัญที่สุด คือ ผู้ป่วยวัณโรคปอดระยะแพร่เชื้อ เมื่อผู้ป่วยไอ จาม จะมีอนุภาคละอองถูกขับออกมาทางปากและจมูก การไอ 1 ครั้งของผู้ป่วยวัณโรคจะนำเชื้อออกมาประมาณ 3,000 ละอองฝอยที่ติดเชื้อ (infectious droplet nuclei) ซึ่งมีขนาด 1-5 ไมครอน การพูดคุยเป็นเวลานาน 5 นาทีจะปล่อยเชื้อออกมาได้ในปริมาณเท่ากัน การจามแต่ละครั้งจะทำให้เกิดฝอยละอองน้ำมูกน้ำลายประมาณ 40,000 ละอองฝอย ซึ่งมีขนาดตั้งแต่ 0.5-12 ไมครอน อนุภาคขนาดใหญ่จะตกลงพื้น ส่วนอนุภาคขนาดประมาณ 1-5 ไมครอนจะแขวนตัวล่องลอยอยู่ในอากาศได้นานเป็นสัปดาห์ และถูกลมพัดกระจายไปทั่วห้องหรืออาคาร เมื่อคนสูดหายใจเข้าไป ถ้าอนุภาคมีขนาดค่อนข้างใหญ่จะติดอยู่ในโพรงจมูกและทางเดินหายใจส่วนต้น และในที่สุดจะถูกขับออกโดยกลไกความต้านทานและการขับออกของเยื่อบุทางเดินหายใจ ส่วนอนุภาคขนาดเล็กกว่า 5 ไมครอนจะเข้าไปถึงหลอดลมฝอยส่วนปลายหรือถุงลมได้ เมื่อบุคคลได้รับการติดเชื้อวัณโรค จะคงสภาพการติดเชื้ออยู่หลายปีหรือจนตลอดชีวิต เว้นเสียแต่จะได้รับการรักษา การติดเชื้อวัณโรคจะเกิดขึ้นเมื่อบุคคลที่ยังไม่มีภูมิต้านทานสูดหายใจเอาอนุภาคน้ำลายหรือเสมหะที่มีเชื้อ *M.tuberculosis* เข้าไปและเมื่อเชื้อเข้าถึงถุงลมปอด จะถูกจับกิน (endocytosis) โดยเม็ดเลือดขาวในถุงลม (alveolar macrophage) และกระจายไปทั่วร่างกาย ความเสี่ยงที่จะเกิดการติดเชื้อวัณโรคขึ้นอยู่กับปริมาณของเชื้อวัณโรคที่มีในอากาศ และระยะเวลาที่บุคคลหายใจอยู่ในบริเวณที่มีเชื้อวัณโรค

ในสถานพยาบาลโดยเฉพาะบริเวณซึ่งเป็นห้องโถงรวมซึ่งมีทั้งผู้ป่วยและบุคลากรทางการแพทย์เข้ามาใช้บริการและให้บริการร่วมกัน ในกรณีมีผู้ป่วยวัณโรคระยะแพร่เชื้อก็จะมีโอกาสแพร่เชื้อให้ผู้อื่นได้ เช่น ห้องตรวจ หอผู้ป่วยรวม หอผู้ป่วยระยะวิกฤต ห้อง

ฉุกเฉิน เป็นต้น การระบาดของวัณโรคในสถานพยาบาลอาจเกิดได้ 3 รูปแบบคือ (กลุ่มวิจัยวัณโรค คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2543)

(1) จากผู้ป่วยวัณโรคสู่ผู้ป่วยอื่น พบได้ในกรณีผู้ป่วยรับไว้รักษาในหอผู้ป่วยรวมยังไม่ได้รับการวินิจฉัยว่าเป็นวัณโรคระยะลุกลาม และยังไม่ได้รับการรักษา จึงมีการแพร่กระจายเชื้อได้มาก ผู้ป่วยอื่นและบุคลากรไม่มีการป้องกันตัวเอง โอกาสได้รับเชื้อและเจ็บป่วยเป็นวัณโรคจะสูงมากในกรณีผู้รับเชื้อมีปัญหาระบบภูมิคุ้มกันหรือติดเชื้อเอช ไอ วี อยู่เดิม

(2) จากผู้ป่วยวัณโรคสู่บุคลากรทางการแพทย์ ส่วนใหญ่มักเกิดในกรณีเช่นเดียวกันกับกรณีแรก

(3) จากบุคลากรทางการแพทย์แพร่กระจายไปสู่ผู้ป่วยและผู้ร่วมงาน มีรายงานการระบาด 2 รายงานที่เกิดจากบุคลากรซึ่งเป็นทันตแพทย์และกุมารแพทย์ป่วยเป็นวัณโรคระยะ ลุกลามและแพร่กระจายเชื้อสู่ผู้ป่วยซึ่งมีปัญหาระบบภูมิคุ้มกันและผู้ร่วมงานก่อนที่บุคลากรจะได้รับการวินิจฉัยและรักษาวัณโรค

2) ปัจจัยในการแพร่กระจายเชื้อวัณโรค

(1) ผู้ป่วยวัณโรค / แหล่งโรค ได้แก่ อวัยวะซึ่งเป็นโรค (ปอด กล่องเสียง จะสามารถแพร่กระจายเชื้อได้มาก) จำนวนเชื้อในเสมหะ ความถี่ของอาการไอ จาม พูด ซึ่งทำให้เกิด ละอองฝอย

(2) สิ่งแวดล้อม ได้แก่ ความกว้างของห้อง ถ้าอัตราการถ่ายเทอากาศมีค่าคงที่ในทุกๆ ห้อง แต่ปริมาตรห้องไม่เท่ากัน ทำให้ปริมาตรอากาศหมุนเวียนต่อชั่วโมงเปลี่ยนแปลงไปด้วย (ปริมาตรอากาศหมุนเวียนต่อชั่วโมงแปรผกผันกับปริมาตรของห้อง) การถ่ายเทของอากาศในห้องทั่วไปหากมีการถ่ายเทอากาศน้อยกว่า American Society of Heating, Refrigerating, and Air-conditioning Engineers Standards (ASHRAE Standards) ทำให้อากาศที่หมุนเวียนภายในห้องใน 1 ชั่วโมงไม่เพียงพอ มีส่วนสำคัญทำให้เกิดการแพร่กระจายของวัณโรคในโรงพยาบาลขึ้น ความชื้นของอากาศหากมีความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องสูงเกิน 60 เปอร์เซนต์ จุลชีพในอากาศจะเจริญเติบโตและเพิ่มปริมาณอย่างรวดเร็ว ทำให้เชื้อวัณโรคมีมากขึ้นในอากาศ การได้รับแสงแดด หากในห้องไม่ได้รับแสงแดดจะทำให้จุลชีพในอากาศลอยอยู่ในสิ่งแวดล้อมได้นานขึ้นประมาณอย่างน้อย 1 ชั่วโมง ทำให้มีโอกาสติดเชื้อวัณโรคมากขึ้น

(3) ผู้สัมผัสโรค / ผู้ได้รับเชื้อ ได้แก่ เวลาซึ่งอยู่ใกล้ชิดผู้ป่วยระยะแพร่เชื้อ ระบบ ภูมิต้านทานทั่วไปของร่างกาย การเคยได้รับวัคซีนบี ซี จี หรือเคยเป็นโรคหรือไม่ (Centers for Disease Control, 1992)

3) การตรวจวินิจฉัยทางห้องปฏิบัติการ

การวินิจฉัยโรคโดยวิธีพื้นฐานทั่วไป ประกอบด้วยการย้อมสีทนกรดของเสมหะผู้ป่วย การเพาะเชื้อในอาหารเลี้ยงเชื้อ และการพิสูจน์เชื้อสายของการก่อโรค ในการศึกษานี้เลือกใช้ 2 วิธี คือ

(1) การเพาะเชื้อ

การตรวจหา *Mycobacterium* sp. โดยการเพาะเชื้อนับเป็นการวินิจฉัยที่แน่นอน แต่ใช้เวลาอย่างน้อย 6-8 สัปดาห์ อาหารเลี้ยงเชื้อชนิดแข็งที่นิยมใช้ได้แก่ Lowenstein-Jansen egg-base medium. Middle-brook 7H10 หรือ 7H11 ส่วนอาหารชนิดเหลวได้แก่ Middle-brook 7H9 และ BECTEC radiometric 12B (Becton-Dickinson Diagnostic Instrument System) การเพาะเชื้อไมโคแบคทีเรียจะบ่มเชื้อไว้ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส ภายใต้บรรยากาศของคาร์บอนไดออกไซด์ 5%-10% (กนกรัตน์ ศิริพานิชกร, 2537)

การเพาะเชื้อ *Mycobacterium* sp. จากสิ่งตรวจโดยในอาหารเหลว จะให้ผลดีกว่าอาหารแข็งทั้งในแง่อัตราการพบเชื้อ และระยะเวลาที่ใช้ Centers for Disease Control and Prevention (CDC) ของสหรัฐอเมริกากำหนดมาตรฐานการเพาะแยกเชื้อว่า ควรใช้อาหารทั้ง 2 ชนิด โดยใช้อาหารแข็ง 2 หลอด และอาหารชนิดเหลว 1 ชนิด

(2) Real Time Polymerase Chain Reaction

หลักการของวิธี RT-PCR คือการเพิ่มจำนวนของสารพันธุกรรม (DNA) สายคู่ของเชื้อในหลอดการทดลองแบบวงจร โดยมีเอนไซม์ DNA polymerase เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาอย่างต่อเนื่องเป็นลูกโซ่ ทำให้มีการเพิ่มขยายจำนวน DNA ขึ้นเป็น 10 ล้านหรือ 100 ล้านเท่าจากของเดิมได้อย่างรวดเร็วและแม่นยำ จากนั้นจึงตรวจ DNA ที่ได้จากวิธี RT-PCR นี้เทียบ DNA มาตรฐาน โดยวิธี electrophoresis ซึ่งเป็นเทคนิคการแยกสารด้วยกระแสไฟฟ้า (พิพัฒน์ ลักษมีจรัลกุล, 2543)

อย่างไรก็ตามไชยวัฒน์ อึ้งเศรษฐพันธ์และเกียรติ รักษ์รุ่งธรรม (2541) สรุปว่าข้อจำกัดของวิธี PCR คือ ต้องใช้ทักษะและเทคโนโลยีขั้นสูง แม้ว่าจะมีความจำเพาะสูง (Specificity) (มากกว่าร้อยละ 95) และความไว (Sensitivity) มากกว่าวิธีย้อมเชื้อ แต่ไม่ไวกว่าวิธีเพาะเชื้อ รวมทั้งต้องศึกษาเพิ่มเติมในแง่การวินิจฉัยเชื้อวัณโรคจากผู้ป่วย HIV ที่ยังไม่แสดงอาการ นอกจากนั้น นิพนธ์ อุดมสันติสุข (2542) ยังพบว่ามีปัญหาในเรื่อง false positive จากการปนเปื้อนในห้องทดลองและผล false negative เนื่องจากมี polymerase inhibitors ในสิ่งตรวจ ประสิทธิภาพของการทำปฏิกิริยาลดลงในช่วงหลังๆลดลงอย่างมาก เนื่องมาจากสาเหตุ ต่างๆ เช่น ผลิตภัณฑ์ PCR เกิดมาจับกันเองทำให้ไปมีผลต่อการการจับของ primers ปริมาณของผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้น ไปยับยั้งปฏิกิริยา PCR ประสิทธิภาพของ เอนไซม์ Polymerase ลดลง

ตารางที่ 2.6 สรุปขั้นตอนการทำปฏิกิริยา Polymerase Chain Reaction

ขั้นตอน	วิธีการโดยย่อ
1. การสกัดสาร DNA จากสิ่งตัวอย่าง แล้วทำให้บริสุทธิ์	มีหลายวิธีแตกต่างกันตามชนิดของสารตัวอย่าง เช่น การตกตะกอน DNA การใช้น้ำยาและอุปกรณ์สำเร็จรูป เป็นต้น
2. การเพิ่มสารพันธุกรรม DNA	2.1 Denaturation : แยกสายคู่เป็นสายเดี่ยว ที่อุณหภูมิ 91^{o}C -95^{0}C 2.2 Annealing : ให้ Primer จับกับ DNA สายเดี่ยวที่อุณหภูมิ 55^{o}C -60^{0}C 2.3 Extension : สร้าง DNA โดยใช้เอนไซม์ polymerase และ deoxyribo nucleotide ทั้ง 4 ชนิด ที่อุณหภูมิ 70^{o}C - 75^{0}C ประมาณ 20-30 รอบ
3. การตรวจหา PCR Product	3.1 Electrophoresis 3.2 Hybridization โดยใช้ DNA Probe ที่เหมาะสม 3.3 วิธีอื่นๆ เช่น ELISA เป็นต้น

หมายเหตุ : กรณีที่สารเริ่มต้นเป็น RNA ให้เปลี่ยน RNA เป็น DNA ก่อน แล้วทำตามขั้นตอนดังกล่าว

ที่มา : พิพัฒน์, 2543

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สำหรับเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยครั้งนี้ได้แก่ Menzies และคณะ (2000) ได้ทำการศึกษาการระบายอากาศในโรงพยาบาลและความเสี่ยงของการติดเชื้อวัณโรคของบุคลากรในสถานพยาบาลประเทศแคนาดา โดยการตรวจ Tuberculin Skin Test (TST) ตอบแบบสอบถามและตรวจวัดอัตราการระบายอากาศด้วยวิธี tracer gas technique ผลการศึกษาพบว่า การระบายอากาศไม่เพียงพอในห้องผู้ป่วยรวมมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับการได้รับเชื้อวัณโรคในพยาบาล

Cuhadaroglu และคณะ (2002) ศึกษาความเสี่ยงของการเป็นวัณโรคในบุคลากรทางการแพทย์ในโรงพยาบาล Istanbul ประเทศตุรกี จำนวนบุคลากรทางการแพทย์ 3359 ± 33.2 คน เป็นการสำรวจแบบย้อนหลังในปี 1991 – 2000 เก็บข้อมูลจากการทบทวนบัตรบันทึกสุขภาพ (health records) พบว่า อุบัติการณ์เฉลี่ยของการเป็นวัณโรคในบุคลากรทางการแพทย์ทั้งหมด เท่ากับ 96/100,000 รายต่อปี และ บุคลากรทางการแพทย์มีความเสี่ยงต่อการเป็นวัณโรค 2.7 เท่าเมื่อเทียบกับประชากรทั่วไป (relative risk: 2.7) อุบัติการณ์เฉลี่ยของการเป็นวัณโรคในแพทย์ เท่ากับ 79/100,000 รายต่อปี(relative risk: 2.2) อุบัติการณ์เฉลี่ยของการเป็นวัณโรคใน

พยาบาล เท่ากับ 14/100,000 รายต่อปี และอุบัติการณ์เฉลี่ยของการเป็น วัณโรคในกลุ่มผู้เชี่ยวชาญด้านอื่นๆ เท่ากับ 121/100,000 รายต่อปี(relative risk: 3.4)

Dimitrova และคณะ.(2005) ศึกษาความเสี่ยงของการเป็นวัณโรคในบุคลากรทางการแพทย์ในเมือง Samara Oblast ประเทศรัสเซีย โดยเปรียบเทียบอัตราการเป็นวัณโรคในบุคลากรทางการแพทย์ที่ทำงานในหน่วยงานบริการผู้ป่วยวัณโรค หน่วยบริการสุขภาพทั่วไป และอัตราการเป็นวัณโรคในประชากรทั่วไป ในช่วง 9 ปี ตั้งแต่ ปี 1994 – 2002 พบว่า อุบัติการณ์ของการเป็นวัณโรคในกลุ่มเจ้าหน้าที่ ที่ทำงานในหน่วยบริการผู้ป่วยวัณโรคสูงกว่าประชากรทั่วไปถึง 10 เท่า (741.6/100,000 รายต่อปี) และอัตราส่วนของอัตราอุบัติการณ์ เท่ากับ 17.7 (95% CI 11.6-27.0) เปรียบเทียบกับบุคลากรทางการแพทย์ที่ทำงานในหน่วยบริการสุขภาพทั่วไป

สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างฝุ่นละอองและละอองจุลชีพนั้น Li และ Hou (2003) ได้ทำการศึกษาลักษณะของละอองจุลชีพที่ปนเปื้อนภายในโรงพยาบาล โดยเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองและละอองจุลชีพได้แก่ แบคทีเรียและฟังไจ 6 ขนาดได้แก่ 0.1 0.2 0.3 0.5 1 และ 5 ไมครอน จากห้องที่มีระดับความสะอาดต่างกันคือ class 100000 (สะอาดน้อย) class 10000 (สะอาดปานกลาง) และ class 100 (สะอาดมาก) ผลการศึกษาพบว่า ใน class 100000 มีปริมาณฝุ่นละอองมากกว่า 100 000/foot^3 มีปริมาณแบคทีเรียระหว่าง 0 ถึง 319 CFU/m^3 และมีปริมาณฟังไจระหว่าง 1 ถึง 423 CFU/m^3 ใน class 10000 พบว่า มีปริมาณฝุ่นละอองมากกว่า 10000/foot^3 มีปริมาณแบคทีเรียระหว่าง 13 ถึง 336 CFU/m^3 และมีปริมาณฟังไจระหว่าง 0 ถึง 51 CFU/m^3 และใน class 100 ไม่พบว่ามีฝุ่นละอองและฟังไจอยู่เลยแต่มีปริมาณแบคทีเรียระหว่าง 0 ถึง 32 CFU/m^3 นอกจากนี้ยังพบว่ามีความสัมพันธ์กันระหว่าง ระดับความสะอาดของห้อง ฝุ่นละออง และละอองจุลชีพ

Bouza และคณะ (2002) ทำการศึกษาเชื้อราในอากาศภายในและภายนอกอาคารของโรงพยาบาล พบว่า มีความสอดคล้องกันทั้งชนิดและปริมาณเชื้อราที่พบ คือพบเชื้อ *Penicillium* sp. มากที่สุด (8.7%) รองลงมาคือ เชื้อ *Aspergillus* sp. (5.5%) เชื้อ *Mucor* sp. (4.7%) เชื้อราดำ กลุ่ม *Alternaria* sp. (2.2%) และ เชื้อ *Fusarium* sp. (0.4%) ตามลำดับ โดยที่เหลือเป็นเชื้อราชนิดอื่นๆ (67.5%)

นอกจากนี้ฝ่ายพัฒนาอนามัยสิ่งแวดล้อมชุมชนและเมือง สำนักอนามัยสิ่งแวดล้อม กรมอนามัย (2545) ศึกษาศึกษาการประเมินคุณภาพอากาศในอาคารสำนักงานที่มีปัญหาระบบระบายอากาศ พบว่ามีความสอดคล้องกัน คือ เชื้อราที่พบมากได้แก่ เชื้อ *Penicillium* sp. เชื้อ *Aspergillus* sp. ซึ่งเป็นราที่สามารถพบได้ในสภาพแวดล้อมทั่วไป

ส่วนปัญหาการติดเชื้อวัณโรคในผู้ใกล้ชิดผู้ป่วยนั้นมีการศึกษาของ Tan และคณะ (2002) ที่ทำการทดสอบอัตรา TST conversion ในบุคลากรแพทย์ จำนวน 542 คน นั้น พบว่า

บุคลากรแพทย์มีอัตรา conversion ร้อยละ 8 ขณะที่ประชากรทั่วไปมีอัตรา conversion ร้อยละ 1 กล่าวคือมีความเสี่ยง 8 เท่า

สำหรับในประเทศไทย Yanai และคณะ (2003) ทำการศึกษาอัตรา TST Conversion ในบุคลากรแพทย์ จำนวน 911 คนในโรงพยาบาลขนาดใหญ่ พบว่าบุคลากรแพทย์ในโรงพยาบาลเชียงรายประชานุเคราะห์ มีอัตรา TST conversion ใน พ.ศ. 2538-2540 เท่ากับ 9.3 ราย ต่อ 100 คน-ปี และหลังจากมีมาตรการด้านการป้องกันการติดเชื้อ วัณโรคในโรงพยาบาลพบว่าอัตรา conversion ในปี พ.ศ. 2541 ลดลงเหลือ 2.2 ราย ต่อ 100 คน-ปี และพบอัตราเสี่ยงสูงสุดในบุคลากรแพทย์ที่ทำงานปีแรก 9.5 เท่า และมีอัตราอุบัติการณ์ของโรคในช่วง พ.ศ. 2538-2542 เท่ากับ 536 ราย ต่อ 100,000 คน-ปี

นอกจากนี้ Jiamjarasrangsi และคณะ (2004) ทำการศึกษาในบุคลากรแพทย์โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ จำนวน 3,959 คน พบว่าอัตราอุบัติการณ์ของวัณโรคในบุคลากรแพทย์ช่วง พ.ศ. 2531-2545 เฉลี่ยเท่ากับ 188 ราย ต่อ 100,000 คน-ปี ในขณะที่อัตราอุบัติการณ์ของวัณโรคในประชากรทั่วไปช่วง ปี พ.ศ. เดียวกัน เท่ากับ 70-92 ราย ต่อ 100,000 คน-ปี โดยอัตราอุบัติการณ์เพิ่มขึ้นจาก 102 ราย ในช่วง พ.ศ. 2531-2535 เป็น 155 ราย และ 261 ราย ต่อ 100,000 คน-ปี ในช่วง พ.ศ. 2536-2540 และ พ.ศ. 2541-2545 ตามลำดับ กล่าวคือ บุคลากรที่มีหน้าที่เกี่ยวข้องกับการดูแลผู้ป่วยโดยตรงมีความเสี่ยงต่อวัณโรคสูงกว่าบุคลากรสายสนับสนุนประมาณ 2-8 เท่า ส่วนวิชาชีพที่มีความเสี่ยงสูง ประกอบด้วย เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการ และ พยาบาล ในขณะที่แผนกที่มีความเสี่ยงสูง คือ ห้องฉุกเฉิน หอผู้ป่วยวิกฤตด้านอายุรกรรม แผนกผู้ป่วยนอกและหอผู้ป่วยด้านอายุรกรรม ตามลำดับ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 ศึกษาการระบายอากาศ

1) ตรวจวัดอัตราการระบายอากาศ ด้วยวิธี tracer gas technique โดยประยุกต์วิธีของ American Standards and Test Material Committee (ASTM)

2) วัดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ด้วยเครื่องวิเคราะห์ปริมาณก๊าซแบบต่อเนื่อง (IAQRAE) เพื่อหาปริมาณ CO_2 เบื้องต้นที่มีอยู่ในห้องนั้น

3) ปล่อย CO_2 ผู้วิจัยจะใช้น้ำแข็งแห้งซึ่งสลายตัวให้ CO_2 มาประยุกต์ใช้ในงานวิทยานิพนธ์นี้ โดยจะวางน้ำแข็งแห้งกระจายรอบห้องที่ตรวจวัด รอจน CO_2 กระจายตัวทั่วถึง จึงเก็บน้ำแข็งแห้งลงในภาชนะปิด แล้วจึงวัดปริมาณ CO_2 ด้วยเครื่อง IAQRAE

4) วัดปริมาณความเข้มข้นของ CO_2 ทุกนาที ด้วยเครื่อง IAQRAE จนกว่าปริมาณ CO_2 จะลดลงจนเท่ากับปริมาณ CO_2 เบื้องต้น เพื่อหาอัตราการสลายตัวของ CO_2 เทียบกับเวลา นำไปสู่ค่าอัตราการระบายอากาศ

5) การหาอัตราการระบายอากาศ โดยเริ่มจากการวัดความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่มีอยู่ภายในห้องด้วยเครื่อง IAQRAE เพื่อหาค่าความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์พื้นฐาน (background) จากนั้นจึงปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ให้กระจายทั่วทั้งห้อง แล้ววัดความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ลดลงเรื่อยๆ จนถึงระดับความเข้มข้นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่มีอยู่ภายในห้องก่อนทำการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ อัตราการระบายอากาศ สามารถคำนวณได้จากสูตร (Godish, 2001)

$$\lambda_v = \frac{1}{t - t_0} \ln \frac{C}{C_0}$$

เมื่อ λ_v คือ อัตราการระบายอากาศ (h^{-1})

C คือ ความเข้มข้นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เวลาเริ่มต้น

C_0 คือ ความเข้มข้นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เวลาสุดท้าย

t คือ เวลาสิ้นสุดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

t_0 คือ เวลาที่เริ่มปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

ภาพที่ 3.1 เครื่องวัดวัดความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ **(**IAQRAE**)**

3.2 ศึกษาความเข้มข้นของฝุ่น

1) ตรวจวัดความเข้มข้นฝุ่นขนาดไม่เกิน 15 ไมครอน (PM_{15}) ฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM_{10}) และฝุ่นขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน ($PM_{2.5}$) เครื่องเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองแบบ Real Time: Portable Dust Monitor (GRIMM) ของบริษัท GRIMM AEROSOL technik Gmbh & Co KG รุ่น 1.104 ประเทศเยอรมนีวัดขนาดและน้ำหนักของฝุ่น ใช้หลักการกระเจิงแสง โดยปล่อยลำแสงซึ่งถูกตรวจจับด้วยเครื่องกลับกระแสความเร็วแสงที่มุม 90 องศา

2) ตั้ง GRIMM ไว้ที่จุดเก็บตัวอย่างในช่วงเวลาทำงาน โดยเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์เพื่อบันทึกข้อมูล

3) นำข้อมูลที่ตรวจวัดได้วิเคราะห์ค่าทางสถิติ

ภาพที่ 3.2 เครื่องวัดปริมาณฝุ่นแบบแบบต่อเนื่อง (GRIMM)

3.3 ศึกษาชนิดและปริมาณเชื้อราด้วยวิธีเพาะเชื้อ (Culture Method)

3.3.1 เตรียมอุปกรณ์

1) นำ Cascade Impactor ส่งหน่วยจ่ายกลางเพื่อฆ่าเชื้อโดยการรมก๊าซเอทธิลีนออกไซด์ (Ethylene Oxide) ที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง

ก๊าซเอทธิลีนออกไซด์ เป็นก๊าซที่ไม่มีกลิ่น มีคุณสมบัติแทรกซึมได้ดี ใช้ในการทำให้ปราศจากเชื้ออย่างกว้างขวาง โดยใช้เวลานาน 24 ชั่วโมงที่อุณหภูมิห้อง หรือใช้ ethylene oxide ปริมาณ 450 – 700 มิลลิกรัมต่อลิตรของภาชนะที่บรรจุที่อุณหภูมิ 55 – 60 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมงจะทำให้ปราศจากเชื้อได้

2) นำกระดาษกรองโพลีคาร์บอเนต (Polycarbonate Filter) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 37 มิลลิเมตร pore size 0.2 ไมครอน และ adaptor ซึ่งเป็นอุปกรณ์เชื่อมต่อ cascade กับสายยางสำหรับดูดอากาศ ไปอบไอน้ำฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 15 -20 นาที

การใช้ไอน้ำภายใต้ความดันเป็นการฆ่าเชื้อ โดยใช้เครื่องมือที่เรียกว่าหม้อนึ่งความดัน (autoclave) ซึ่งอาศัยหลักการที่ว่า เมื่อทำให้ความดันเพิ่มขึ้นจะทำให้น้ำเดือดมีอุณหภูมิสูงขึ้น ดังนั้นเมื่อจะฆ่าเชื้อจึงต้องต้มน้ำให้เดือดกลายเป็นไอ

3) เก็บตัวอย่างเชื้อราด้วยเครื่องดูดอากาศแบบพกพา (Personal Pump) อัตราการไหลของอากาศเท่ากับ 2.5 ลิตรต่อนาที

3.3.2 นำอุปกรณ์มาประกอบเข้าด้วยกันเพื่อเตรียมพร้อมสำหรับการเก็บตัวอย่าง โดยใช้ PC filter และ Personal pump 3 ชุด

3.3.3 นำชุดอุปกรณ์เก็บตัวอย่างไปตั้งที่แผนกที่ทำการตรวจวัดในช่วงเวลาทำงาน

3.3.4 นำ PC filter ที่ผ่านการเก็บตัวอย่างมาแล้วมาวางลงในอาหารเลี้ยงเชื้อสำหรับเชื้อรา ชนิด Sabouraud Dextrose agar ใส่ Chloramphenicol เพื่อยับยั้งการเจริญของแบคทีเรีย (SC media) แล้วนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส 2 จานเพาะเชื้อ และ บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส 1 จานเพาะเชื้อ เป็นเวลา 1 เดือน

3.4 ศึกษาปริมาณเชื้อ *Mycobacterium* sp.

3.4.1 ศึกษา ปริมาณเชื้อ *Mycobacterium* sp.ด้วยวิธีเพาะเชื้อ (Culture Method)

1) เตรียมอุปกรณ์

(1) ส่ง cascade ส่งหน่วยจ่ายกลางเพื่อฆ่าเชื่อโดยการรมก๊าซเอทธิลีนออกไซด์ ที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง

(2) นำกระดาษกรองโพลีคาร์บอเนตและอุปกรณ์เชื่อมต่อ cascade กับสายยางสำหรับดูดอากาศ (adaptor) ไปอบฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งความดันที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 15-20 นาที

(3) ทำการปรับเทียบเครื่องเก็บอากาศแบบพกพา (Personal pump) โดยปรับอัตราการดูดอากาศที่ 2.5 ลิตรต่อนาที

2) นำอุปกรณ์มาประกอบเข้าด้วยกันเพื่อเตรียมพร้อมสำหรับการเก็บตัวอย่าง โดยใช้ กระดาษกรองโพลีคาร์บอเนตและ Personal pump 1ชุด

3) นำชุดอุปกรณ์เก็บตัวอย่างไปตั้งที่แผนกที่ทำการตรวจวัดในช่วงเวลาทำงาน

4) นำกระดาษกรองโพลีคาร์บอเนต ที่ผ่านการเก็บตัวอย่างมาแล้ว มาวางลงในอาหารเลี้ยงเชื้อสำหรับเชื้อ *Mycobacterium* sp. (Middlebrook 7H11 agar) จากนั้นนำไปเก็บที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส ใช้เวลาเพาะเชื้อ 6 – 8 สัปดาห์

3.4.2 ศึกษาปริมาณเชื้อ *Mycobacterium* sp. ด้วยวิธี Real time Polymerase Chain Reaction (RT-PCR)

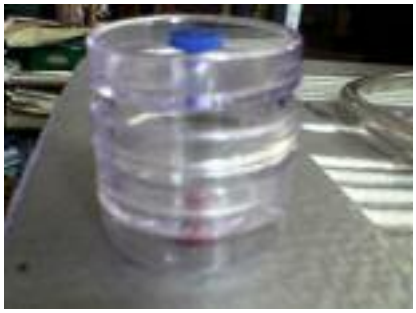
1) ศึกษาปริมาณเชื้อ *Mycobacterium* sp.ในฝุ่นขนาดใหญ่กว่า 10 ไมครอน

- เตรียมอุปกรณ์ ประกอบและตั้งชุดเครื่องมือ เช่นเดียวกับ ข้อ 3.4.1
- นำกระดาษกรองโพลีคาร์บอเนตที่ได้ วิเคราะห์ด้วยวิธี Real time PCR

2) ศึกษาปริมาณเชื้อ *Mycobacterium* sp.ในฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM_{10})

- เตรียมอุปกรณ์ ข้อ 3.4.1 โดยเพิ่ม อุปกรณ์คัดขนาดฝุ่น (cyclone) ส่งหน่วยจ่ายกลางเพื่อฆ่าเชื่อโดยการรมก๊าซ Ethylene Oxide ที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 ชั่วโมง
- ประกอบ cyclone เข้ากับ cascade เพื่อเก็บฝุ่นเฉพาะฝุ่น PM_{10}
- เก็บตัวอย่างในช่วงเวลาทำงาน แล้วนำกระดาษกรองโพลีคาร์บอเนตไปวิเคราะห์ด้วยวิธี RT-PCR

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



(ก) cascade

(ข) personal pump

ที่มา : www.skcinc.com/ASGFssg.asp

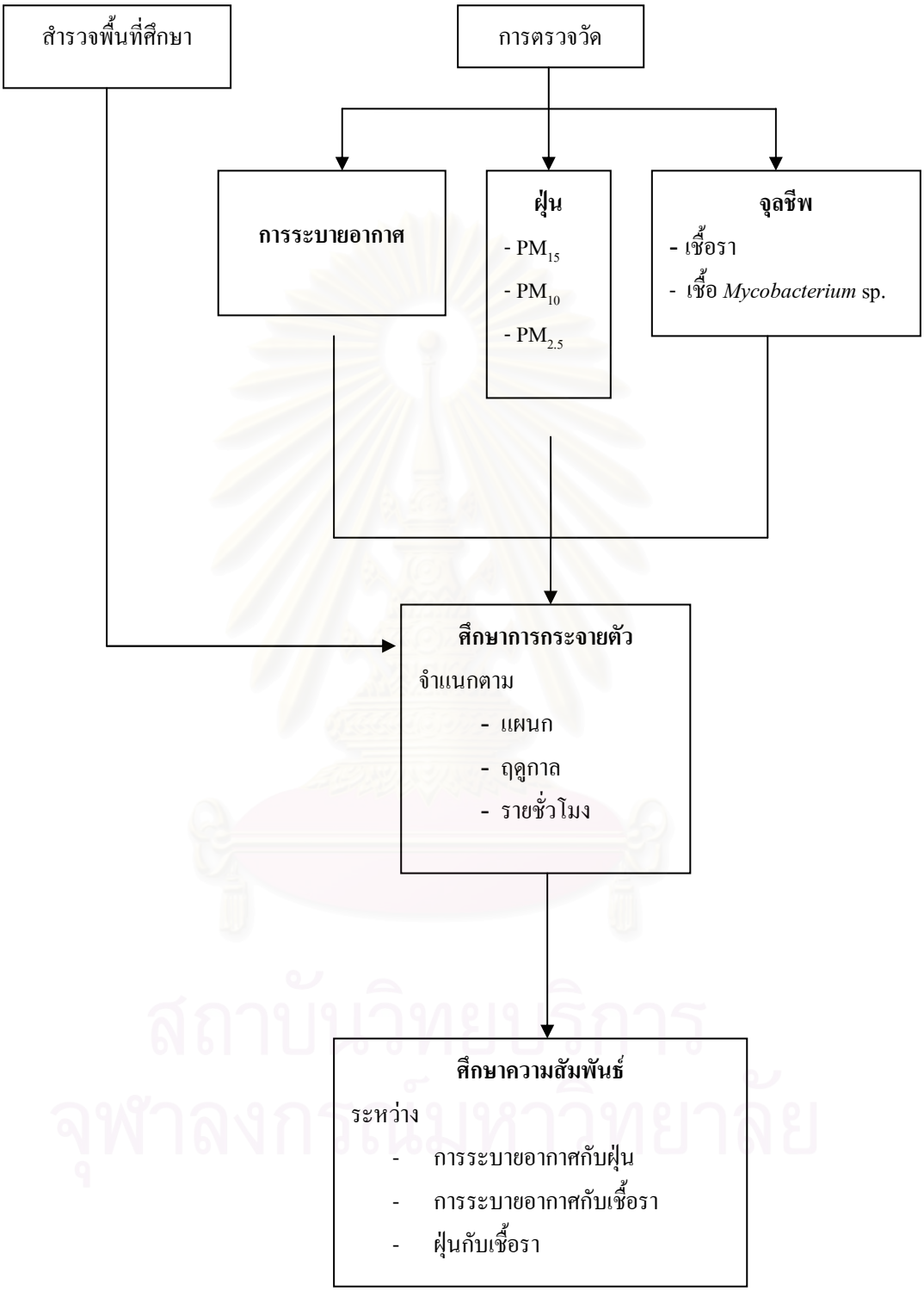
รูปที่ 3.3 ชุดอุปกรณ์เก็บตัวอย่างเชื้อรา

3.5 ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างฝุ่นและปัจจัยทางกายภาพ

1) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการระบายอากาศกับความเข้มข้นฝุ่น
โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเปียร์สัน (Pearson Correlation Coefficient)

2) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการระบายอากาศกับปริมาณเชื้อรา
โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเปียร์สัน (Pearson Correlation Coefficient)

3) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเข้มข้นฝุ่นและปริมาณเชื้อรา
โดยใช้ค่าสหสัมพันธ์ (Correlation)



ภาพที่ 3.4 แผนผังสรุปขั้นตอนการศึกษาวิจัย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4

ผลการศึกษา

4.1 ลักษณะพื้นที่ศึกษา

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ได้แบ่งการศึกษาออกเป็น 3 ส่วน คือ ศึกษาการระบายอากาศ และการศึกษาความเข้มข้นฝุ่นและการศึกษาชนิดและปริมาณเชื้อรา โดยใช้พื้นที่เดียวกันในการทำการศึกษาได้แก่ แผนกฉุกเฉิน แผนกผู้ป่วยใน แผนกผู้ป่วยนอก แผนกห้องปฏิบัติการ และแผนกบริหารทั่วไป

หมายเหตุ : 1 คือ แผนกฉุกเฉิน ตึกจุฬาภรณ์ ชั้น 1 ห้องโซนดี
2 คือ แผนกผู้ป่วยใน ตึกวชิราวุธ ชั้นล่าง ห้องเดี่ยว 4
3 คือ แผนกผู้ป่วยนอก ตึก ภปร. ชั้น 1 ห้องตรวจ 34
4 คือ แผนกห้องปฏิบัติการ ตึกเวชศาสตร์ชันสูตร
5 คือ แผนกบริหารทั่วไป ตึกจักรพงษ์ ชั้น 2

ภาพที่ 4.1 สถานที่ศึกษาบริเวณโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์

4.1.1 แผนกฉุกเฉิน

แผนกฉุกเฉิน ตั้งอยู่ที่ตึกจุฬาภรณ์ ชั้น 1 สำหรับพื้นที่ศึกษาได้แก่ บริเวณโซน ดี (zone D) ซึ่งเป็นห้องสำหรับสังเกตอาการของผู้ป่วยโรคระบบทางเดินหายใจ เช่น วัณโรค และ โรคเอดส์ ผู้ป่วยจะถูกนำมาพักฟื้นเพื่อรักษาและสังเกตอาการ โดยแผนกนี้สามารถรองรับผู้ป่วยได้ 4 เตียง โดยปกติ จะมีผู้ป่วยเพียง 1 – 2 เตียง (ภาพที่ 4.2)

ห้องโซนดีนี้มีระบบระบายอากาศแบบธรรมชาติ (natural ventilation) โดยมีพัดลมตั้งพื้นไว้สำหรับผู้ป่วย 4 เครื่อง มีประตูเข้าออก 2 ทาง เปิดออกสู่โซนบี (zone B) และโซน 2 (zone 2) มีหน้าต่างเป็นกระจกเลื่อนที่เปิดออกสู่ถนนรอบโรงพยาบาล และติดกับถนนราชดำริ นอกจากนี้ยังมีช่องลมระบายอากาศและหน้าต่างอยู่ด้านเดียวกัน อากาศจากภายนอกสามารถเข้ามาได้ทางหน้าต่างและช่องลม ขนาดของห้องประมาณ 4 x 12 x 3 ลูกบาศก์เมตร (ภาพที่ 4.3) กิจกรรมภายในฉุกเฉินได้แก่

1) การตรวจและการรักษาพยาบาล มีเพียงแพทย์และพยาบาลที่เกี่ยวข้องเท่านั้นที่เข้ามาในบริเวณ ซึ่งแพทย์จะเข้ามาตรวจไม่เป็นเวลาขึ้นกับอาการของผู้ป่วย บางครั้งมีญาติมาเยี่ยมผู้ป่วยด้วย

2) การทำความสะอาด มีการทำความสะอาดวันละ 1 ครั้ง ช่วงเวลาประมาณ 9.00 ถึง 10.00 น. มี 2 ขั้นตอน คือ กวาดด้วยไม้กวาดและถูด้วยม็อบถูพื้น

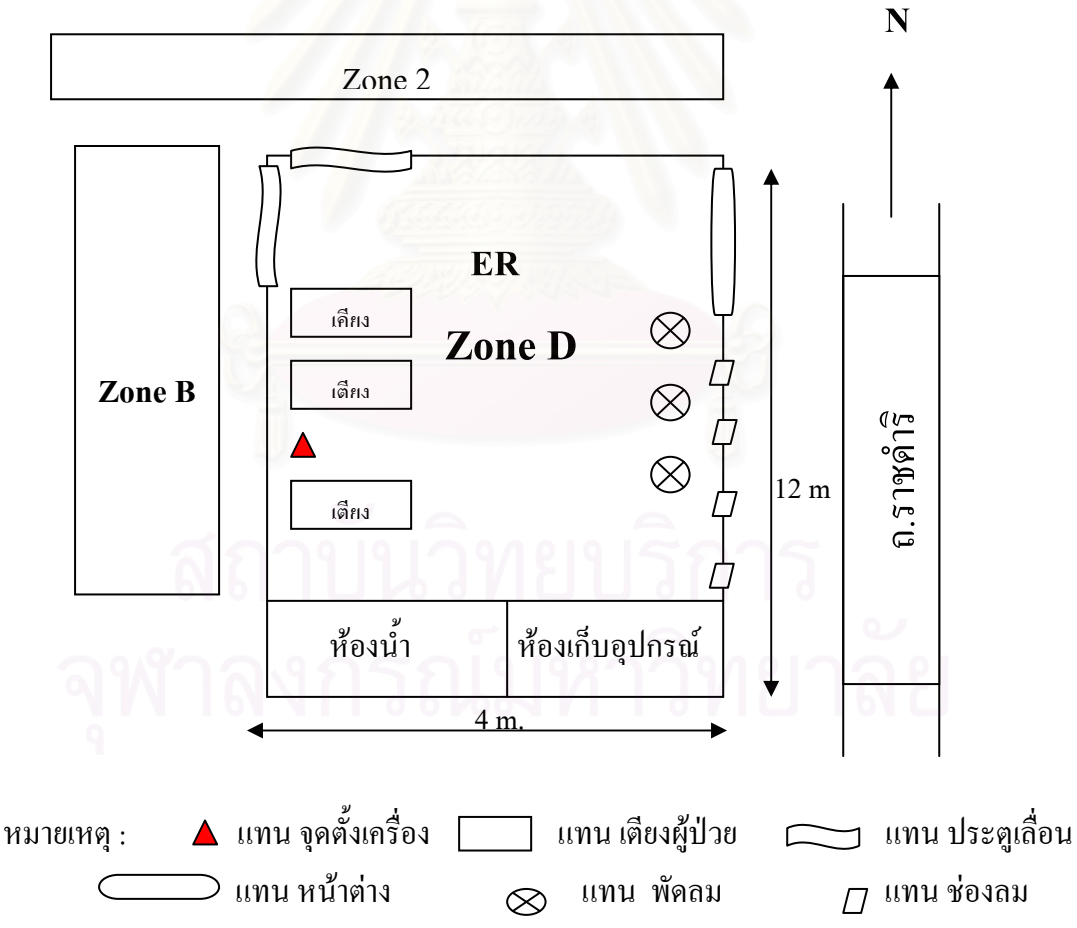
4.1.2 แผนกผู้ป่วยใน

แผนกผู้ป่วยใน ตั้งอยู่ที่ตึกวชิราวุธ พื้นที่สำหรับทำการศึกษาคือ ห้องแยกผู้ป่วยเดี่ยว 4 ซึ่งอยู่ชั้นล่าง เนื่องจากเป็นห้องที่คัดแยกผู้ป่วยที่เป็นโรคเกี่ยวกับระบบทางเดินหายใจโดยเฉพาะ จากการสังเกตพบว่า มีทั้งผู้ป่วยโรคภูมิคุ้มกันบกพร่อง (AIDS) และผู้ป่วยวัณโรคเข้ารับการรักษา สามารถรองรับผู้ป่วยได้ 2 เตียง (ภาพที่ 4.4)

ห้องเดี่ยว 4 นี้มีขนาดประมาณ 3.6 x 4.3 x 4 ลูกบาศก์เมตร ระบบระบายอากาศเป็นแบบธรรมชาติ (natural ventilation) อากาศจากภายนอกสามารถเข้ามาในห้องได้ทางประตูและหน้าต่างซึ่งอยู่ต่างทิศกัน ประตูเปิดออกสู่ระเบียงทางเดินของตึกถัดออกไปคือสนามหญ้าหน้าตึก ส่วนหน้าต่างเปิดออกสู่ทางเดินระหว่างตึกในโรงพยาบาล ซึ่งจะมีผู้คนเดินพลุกพล่านตลอดเวลา ภายในห้องมีเตียงผู้ป่วย 2 เตียง พัดลมเพดาน 1 เครื่อง และพัดลมตั้งโต๊ะอีก 2 เครื่อง (ภาพที่ 4.5) กิจกรรมภายในห้องเดี่ยว 4 ได้แก่

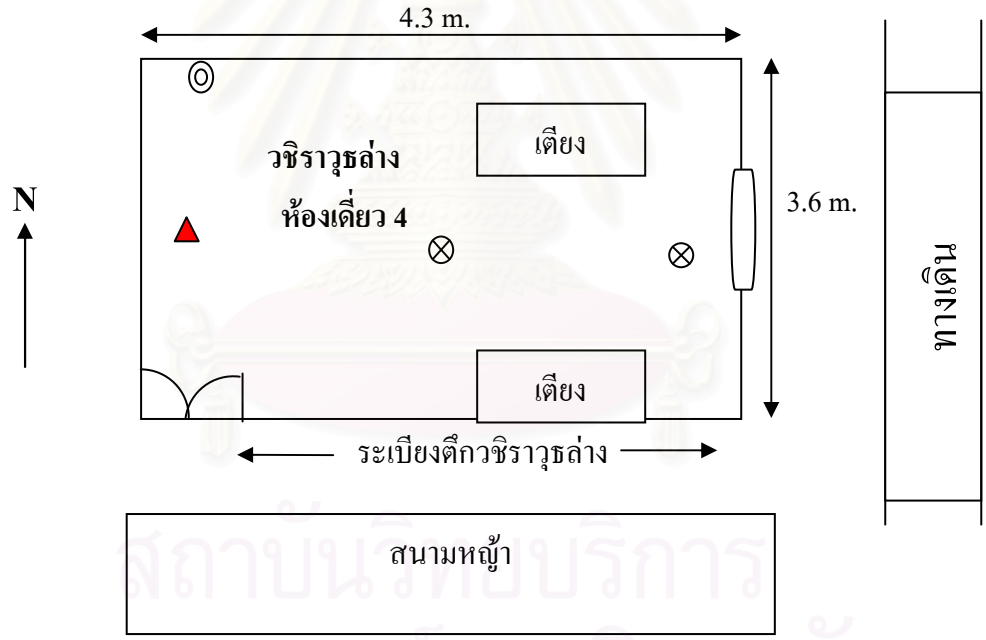
1) การตรวจและการรักษาพยาบาล แพทย์และนิสิตแพทย์ประมาณ 10 คนจะเข้ามาตรวจรักษาผู้ป่วยในช่วงเช้าโดยส่วนใหญ่อยู่ในช่วงประมาณ 9.00 ถึง 10.00 น.

ภาพที่ 4.2 แผนกฉุกเฉิน โซนดี โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์



ภาพที่ 4.3 แผนผังของแผนกฉุกเฉินตึกจุฬาภรณ์ชั้น 1 ห้องโซนดี โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์

ภาพที่ 4.4 แผนกผู้ป่วยใน วชิราวุธล่าง ห้องเดี่ยว 4 โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์



หมายเหตุ :

แทน จุดเก็บตัวอย่าง แทน พัดลม แทนประตู

แทน อ่างล้างมือ แทน หน้าต่าง

ภาพที่ 4.5 แผนผังของแผนกผู้ป่วยใน อาคารวชิราวุธชั้นล่าง ห้องเดี่ยว 4 โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2) การทำความสะอาดร่างกายผู้ป่วยและเปลี่ยนผ้าปูเตียง ในช่วงเวลาประมาณ 7.00 ถึง 9.00 น.

3) การทำความสะอาดห้อง ช่วงเวลาประมาณ 8.00 ถึง 9.00 น.วันละ 1 ครั้ง มี 3 ขั้นตอนคือ กวาด ถูด้วยไม้ถูพื้นชุบน้ำและถูด้วยน้ำผสมผงซักฟอก

นอกจากนี้ ยังมีช่วงเวลาที่มีญาติเข้ามาเยี่ยมผู้ป่วยในห้อง ซึ่งระบุเวลาที่แน่นอนไม่ได้

4.1.3 แผนกผู้ป่วยนอก

แผนกผู้ป่วยนอก ตึกภปร. ชั้น 1 แผนกอายุรกรรมทั่วไป มีผู้ป่วยเข้ารับการตรวจรักษาประมาณ 400 ถึง 500 รายต่อวัน มีห้องตรวจ 40 ห้อง ผู้วิจัยเลือกห้องทำการพยาบาล 34 เป็นพื้นที่ศึกษา เนื่องจากเป็นห้องที่มีผู้ป่วยเข้ามารับการรักษาพยาบาลมากที่สุด โดยเฉลี่ย 50 รายต่อวัน (ภาพที่ 4.6)

ห้องทำการพยาบาล 34 มีขนาดประมาณ 4 x 9 x 3 ลูกบาศก์เมตร มีระบบระบายอากาศแบบปรับอากาศรวม (central systems units) มีประตูเข้าออก 2 ทาง เปิดตลอดเวลา ประตูหน้าเปิดสู่บริเวณสำหรับรอเรียกผู้ป่วยเข้ารับการตรวจรักษา ประตูหลังห้องให้เจ้าหน้าที่เข้าออกเท่านั้น มีจุดตรวจโรค 2 จุด เตียงสำหรับผู้ป่วย 1 เตียง ในกรณีที่มีผู้ป่วยหนาแน่นจะเพิ่มเตียงรถเข็นเข้ามาได้อีก 2 เตียง มีเจ้าหน้าที่และพยาบาลเข้าออก ประมาณ 30 คน (ภาพที่ 4.7) กิจกรรมภายในห้องทำการพยาบาล ได้แก่

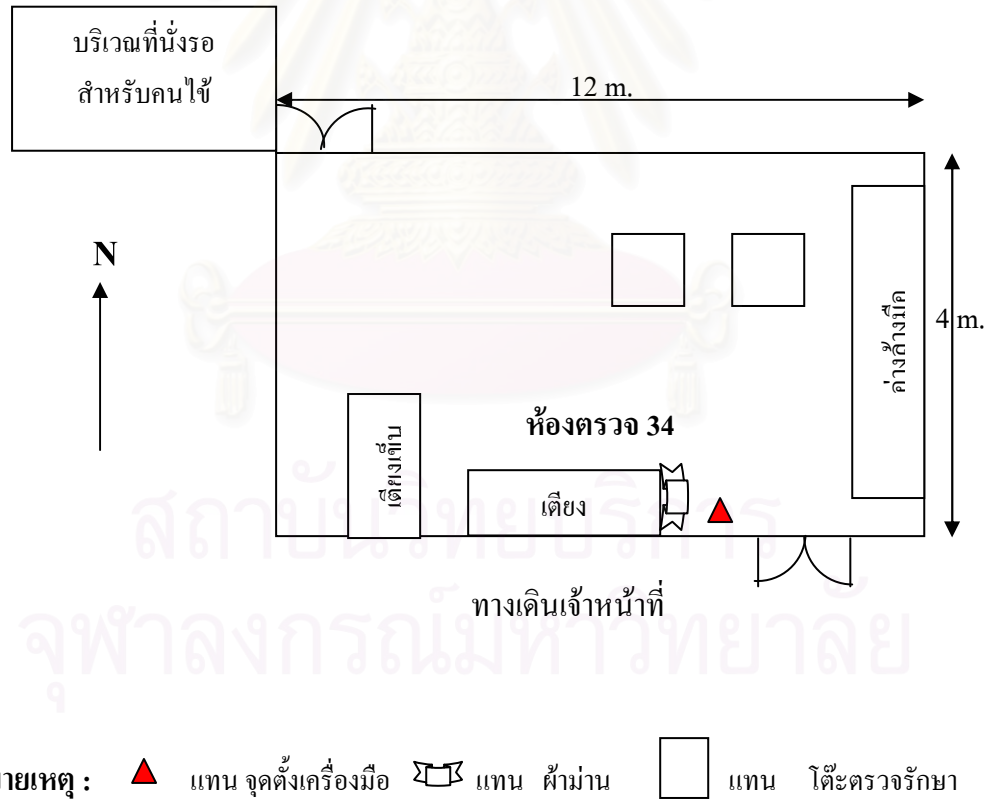
1) การตรวจและการรักษาพยาบาล แพทย์ผู้ตรวจ 2 คน ตรวจรักษาผู้ป่วย 2 ช่วงคือ 7.00 ถึง 12.00 น. และ 13.00 ถึง 16.00 โดยที่เจ้าหน้าที่พยาบาลเข้าและออกตลอดเวลา ประมาณ 20 ถึง 30 คน

2) การทำความสะอาดห้อง ก่อนเวลาเปิดให้การรักษาพยาบาล คือ 6.00 ถึง 7.00 น. วันละ 1 ครั้ง มี 3 ขั้นตอนคือ กวาด ถูด้วยไม้ถูพื้นชุบน้ำและถูด้วยน้ำผสมผงซักฟอก

4.1.4 แผนกห้องปฏิบัติการ

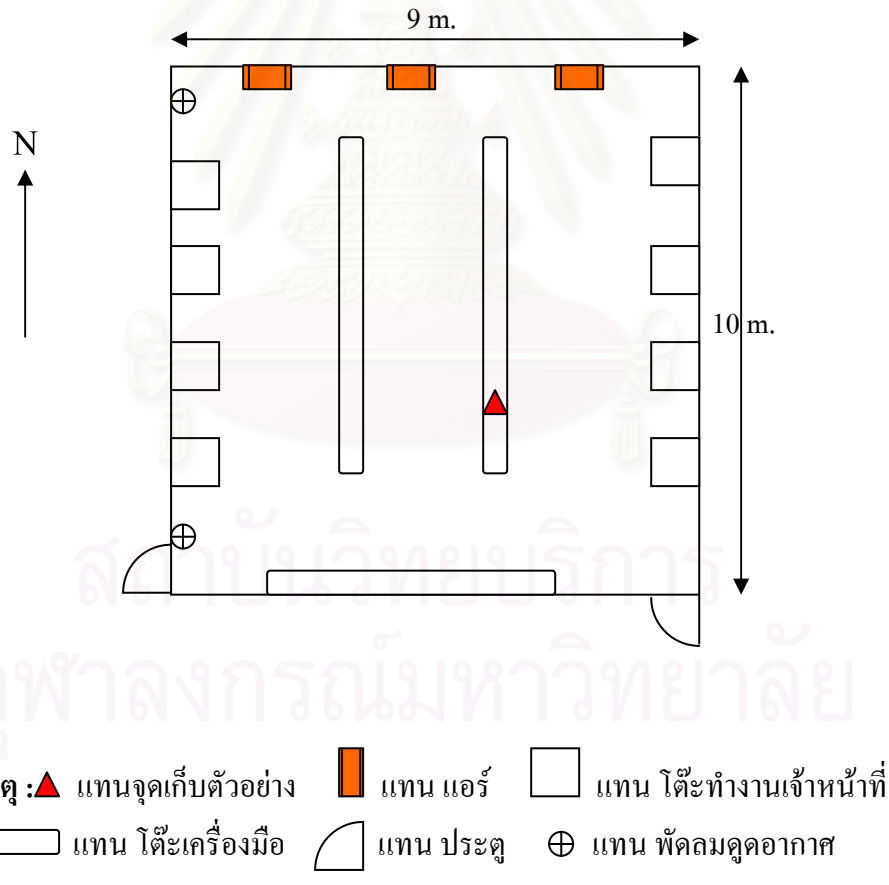
แผนกห้องปฏิบัติการ ฝ่ายเวชศาสตร์ชันสูตร มีขนาดประมาณ 9 x 10 x 2.7 ลูกบาศก์เมตร มีระบบระบายอากาศแบบปรับอากาศแยก (split systems units) โดยมีเครื่องปรับอากาศ 3 เครื่อง และมีพัดลมดูดอากาศขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 30 เซนติเมตร 2 เครื่อง แผนกนี้มีเจ้าหน้าที่ปฏิบัติการ 12 ถึง 15 คน (ภาพที่ 4.8)

ภาพที่ 4.6 แผนกผู้ป่วยนอก ตึก ภปร. ชั้น 1 ห้องตรวจ 34 โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์



ภาพที่ 4.7 แผนผังของแผนกผู้ป่วยนอก ตึก ภปร. ชั้น 1 ห้องตรวจ 34 โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์

ภาพที่ 4.8 แผนกห้องปฏิบัติการโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์



ภาพที่ 4.9 แผนผังของแผนกห้องปฏิบัติการ ตึกเวชศาสตร์ชันสูตร โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์

การทำความสะอาด มี 2 ช่วงเวลา คือ ก่อนเข้างาน 6.00 ถึง 7.00 น. โดยกวาดและเช็ดถู และหลังเลิกงาน 15.30 ถึง 16.00 น. โดยกวาดเพียงอย่างเดียว เนื่องจากเป็นห้องปฏิบัติการทางจุลชีววิทยา การเช็ดถูจึงผสมน้ำยาฆ่าเชื้อลงไปด้วย กิจกรรมภายในห้องปฏิบัติการ ได้แก่

1) การปฏิบัติการทดลอง

2) การทำความสะอาดห้อง ก่อนเวลาเปิดให้การรักษาพยาบาล คือ 6.00 ถึง 7.00 น. วันละ 1 ครั้ง มี 3 ขั้นตอนคือ กวาด ถูด้วยไม้ถูพื้นชุบน้ำและถูด้วยน้ำผสมผงซักฟอก

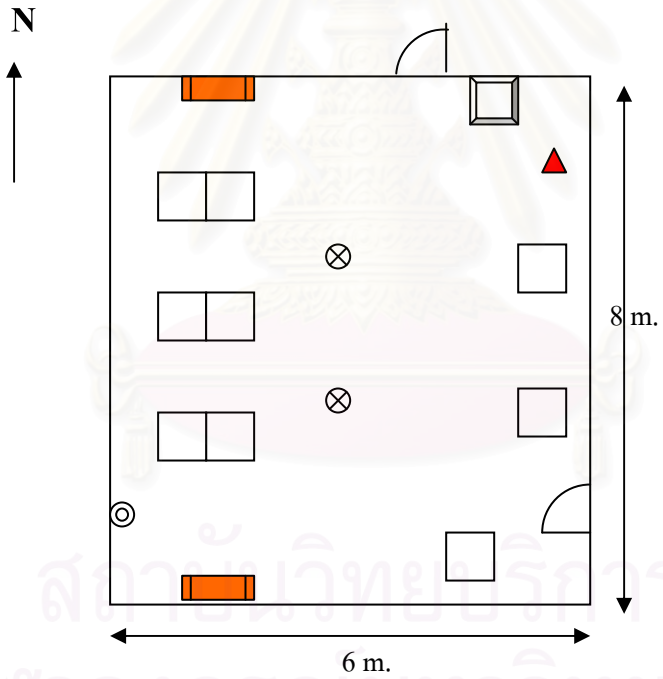
4.1.5 แผนกบริหารทั่วไป

แผนกบริหารทั่วไป ฝ่ายการพยาบาล ตึกจักรพงษ์ ชั้น 2 เป็นแผนกเปรียบเทียบเป็นแผนกที่ไม่มีกิจกรรมทางการแพทย์ มีขนาดประมาณ 6 x 8 x 4.5 ลูกบาศก์เมตร มีระบบระบายอากาศแบบปรับอากาศแยก (split systems units) โดยมีเครื่องปรับอากาศ 2 เครื่อง มีประตูเปิดเข้าออก 2 ทาง (ภาพที่ 4.10)

กิจกรรมภายในแผนกเป็นงานธุรการทั่วไป มีเจ้าหน้าที่ประมาณ 10 คน นอกจากนี้ยังมีเจ้าหน้าที่จากแผนกอื่นๆ เข้ามาเพื่อติดต่อหรือเรียกดูข้อมูลจากคอมพิวเตอร์ (ภาพที่ 4.11)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 4.10 แผนกบริหารทั่วไป ฝ่ายการพยาบาล โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์



ภาพที่ 4.11 แผนผังแผนกบริหารทั่วไป ตึกจักรพงษ์ ชั้น 2 โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์

4.2 การระบายอากาศ

4.2.1 แผนกฉุกเฉิน

จากการศึกษาอัตราการระบายอากาศ (air change per hour, ACH) ของแผนกฉุกเฉิน โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ พบว่า อัตราการระบายอากาศเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 2.14 ต่อชั่วโมง (ตารางที่ 4.1) ซึ่งมีค่าต่ำกว่าข้อแนะนำของ วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ (ว.ส.ท.) ร่วมกับสมาคมวิศวกรรมปรับอากาศแห่งประเทศไทย ที่กำหนดให้ ห้องฉุกเฉิน ควรมีปริมาตรอากาศหมุนเวียนภายในห้องไม่น้อยกว่าจำนวน 12 เท่าของปริมาตรห้องต่อชั่วโมง

ตารางที่ 4.1 อัตราระบายอากาศของแผนกฉุกเฉิน (ต่อชั่วโมง) โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์

จำนวนเท่าของปริมาตรอากาศที่หมุนเวียนภายในห้อง (ต่อชั่วโมง)			ปริมาตรอากาศที่หมุนเวียนภายในห้อง (m^3-h^{-1})
ค่าเฉลี่ยที่ตรวจวัดได้	ข้อแนะนำของ ว.ส.ท.	ข้อแนะนำของ ASHRAE	
2.14	**12**	**15**	**308.16**

จากตารางที่ 4.1 พบว่า อัตราการระบายอากาศเฉลี่ยของแผนกฉุกเฉิน มีค่า 2.14 ต่อชั่วโมง นั่นคือ แผนกฉุกเฉินมีปริมาตรอากาศหมุนเวียนภายในห้องเป็น 2.14 เท่าของปริมาตรห้องต่อชั่วโมง

จากการสำรวจพบว่า แผนกฉุกเฉินมีปริมาตรเท่ากับ 144 ลูกบาศก์เมตร ดังนั้นแผนกฉุกเฉินจึงมีปริมาตรอากาศหมุนเวียนภายในห้องเท่ากับ 308.16 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.2.2 แผนกผู้ป่วยใน

จากการศึกษาอัตราการระบายอากาศ (air change per hour, ACH) ของแผนกผู้ป่วยใน โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ พบว่า อัตราการระบายอากาศเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 4.00 ต่อชั่วโมง (ตารางที่ 4.2) ซึ่งมีค่าต่ำกว่าข้อแนะนำของ วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ (ว.ส.ท.) ร่วมกับสมาคมวิศวกรรมปรับอากาศแห่งประเทศไทย ที่กำหนดให้ แผนกผู้ป่วยใน ควรมีปริมาตรอากาศหมุนเวียนภายในห้องไม่น้อยกว่าจำนวน 12 เท่าของปริมาตรห้องต่อชั่วโมง

ตารางที่ 4.2 อัตราระบายอากาศของแผนกผู้ป่วยใน (ต่อชั่วโมง) โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์

จำนวนเท่าของปริมาตรอากาศที่หมุนเวียนภายในห้อง (ต่อชั่วโมง)			ปริมาตรอากาศที่หมุนเวียนภายในห้อง (m^3-h^{-1})
ค่าเฉลี่ยที่ตรวจวัดได้	ข้อแนะนำของ ว.ส.ท.	ข้อแนะนำของ ASHRAE	
4.00	**6**	**6**	**247.68**

จากตารางที่ 4.2 พบว่า อัตราการระบายอากาศเฉลี่ยของแผนกผู้ป่วยในมีค่า 4.00 ต่อชั่วโมง นั่นคือ แผนกนี้มีปริมาตรอากาศหมุนเวียนภายในห้องเป็น 4 เท่าของปริมาตรห้องต่อชั่วโมง

จากการสำรวจพบว่า แผนกผู้ป่วยในมีปริมาตรเท่ากับ 61.92 ลูกบาศก์เมตร ดังนั้นแผนกผู้ป่วยในจึงมีปริมาตรอากาศหมุนเวียนภายในห้องเท่ากับ 247.68 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง

4.2.3 แผนกผู้ป่วยนอก

จากการศึกษาอัตราการระบายอากาศ (air change per hour, ACH) ของแผนกผู้ป่วยนอก โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ พบว่า มีอัตราการระบายอากาศเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 1.66 ต่อชั่วโมง (ตารางที่ 4.3) ซึ่งมีค่าต่ำกว่าข้อแนะนำของ วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ (ว.ส.ท.) ร่วมกับสมาคมวิศวกรรมปรับอากาศแห่งประเทศไทย ที่กำหนดให้ แผนกผู้ป่วยนอก ควรมีปริมาตรอากาศหมุนเวียนภายในห้องไม่น้อยกว่าจำนวน 6 เท่าของปริมาตรห้องต่อชั่วโมง

ตารางที่ 4.3 อัตราระบายอากาศของแผนกผู้ป่วยนอก (ต่อชั่วโมง) โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์

จำนวนเท่าของปริมาตรอากาศที่หมุนเวียนภายในห้อง (ต่อชั่วโมง)			ปริมาตรอากาศที่หมุนเวียนภายในห้อง (m^3-h^{-1})
ค่าเฉลี่ยที่ตรวจวัดได้	ข้อแนะนำของ ว.ส.ท.	ข้อแนะนำของ ASHRAE	
1.66	**6**	**12**	**179.28**

จากตารางที่ 4.3 พบว่า อัตราการระบายอากาศเฉลี่ยของแผนกผู้ป่วยนอกมีค่า 1.66 ต่อชั่วโมง นั่นคือ แผนกนี้มีปริมาตรอากาศหมุนเวียนภายในห้องเป็น 1.66 เท่าของปริมาตรห้องต่อชั่วโมง

จากการสำรวจพบว่า แผนกผู้ป่วยนอกมีปริมาตรเท่ากับ 108 ลูกบาศก์เมตร ดังนั้นแผนกผู้ป่วยนอกจึงมีปริมาตรอากาศหมุนเวียนภายในห้องเท่ากับ 179.28 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง

4.2.4 แผนกห้องปฏิบัติการ

จากการศึกษาอัตราการระบายอากาศ (air change per hour, ACH) ของแผนกห้องปฏิบัติการ โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ พบว่า อัตราการระบายอากาศเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 1.82 ต่อชั่วโมง (ตารางที่ 4.4) ซึ่งมีค่าต่ำกว่าข้อแนะนำของ วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ (ว.ส.ท.) ร่วมกับสมาคมวิศวกรรมปรับอากาศแห่งประเทศไทย ที่กำหนดให้ห้องปฏิบัติการ ควรมีปริมาตรอากาศหมุนเวียนภายในห้องไม่น้อยกว่าจำนวน 6 เท่าของปริมาตรห้องต่อชั่วโมง

ตารางที่ 4.4 อัตราระบายอากาศของแผนกห้องปฏิบัติการ (ต่อชั่วโมง) โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์

จำนวนเท่าของปริมาตรอากาศที่หมุนเวียนภายในห้อง (ต่อชั่วโมง)			ปริมาตรอากาศที่หมุนเวียนภายในห้อง (m^3-h^{-1})
ค่าเฉลี่ยที่ตรวจวัดได้	ข้อแนะนำของ ว.ส.ท.	ข้อแนะนำของ ASHRAE	
1.82	**6**	**6**	**442.46**

จากตารางที่ 4.4 พบว่า อัตราการระบายอากาศเฉลี่ยของแผนกห้องปฏิบัตรการมีค่า 1.82 ต่อชั่วโมง นั่นคือ แผนกนี้มีปริมาตรอากาศหมุนเวียนภายในห้องเป็น 1.82 เท่าของปริมาตรห้องต่อชั่วโมง

จากการสำรวจพบว่า แผนกห้องปฏิบัตรการมีปริมาตรเท่ากับ 243 ลูกบาศก์เมตร ดังนั้นแผนกผู้ป่วยนอกจึงมีปริมาตรอากาศหมุนเวียนภายในห้องเท่ากับ 442.26 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง

4.2.5 แผนกบริหารทั่วไป

จากการศึกษาอัตราการระบายอากาศ (air change per hour, ACH) ของแผนกบริหารทั่วไป โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ พบว่า การระบายอากาศเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 0.87 ต่อชั่วโมง (ตารางที่ 4.5) ซึ่งมีค่าต่ำมาก แม้ไม่ได้กำหนดในข้อแนะนำของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ร่วมกับสมาคมวิศวกรรมปรับอากาศแห่งประเทศไทยก็ตาม แต่ถือว่าต่ำกว่าข้อกำหนดของพระราชบัญญัติ ควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522 ที่กำหนดให้ สำนักงานมีจำนวนเท่าของปริมาตรอากาศหมุนเวียนไม่น้อยกว่า 7 ต่อชั่วโมง

ตารางที่ 4.5 อัตราระบายอากาศของแผนกบริหารทั่วไป (ต่อชั่วโมง) โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์

จำนวนเท่าของปริมาตรอากาศที่หมุนเวียนภายในห้อง (ต่อชั่วโมง)			ปริมาตรอากาศที่หมุนเวียนภายในห้อง (m^3-h^{-1})
ค่าเฉลี่ยที่ตรวจวัดได้	ข้อแนะนำของ ว.ส.ท.	ข้อแนะนำของ ASHRAE	
0.87	**-**	**-**	**187.92**

จากตารางที่ 4.5 พบว่า อัตราการระบายอากาศเฉลี่ยของแผนกบริการทั่วไปมีค่า 0.87 ต่อชั่วโมง นั่นคือ แผนกนี้มีปริมาตรอากาศหมุนเวียนภายในห้องเป็น 0.87 เท่าของปริมาตรห้องต่อชั่วโมง

จากการสำรวจพบว่า แผนกห้องปฏิบัติการมีปริมาตรเท่ากับ 216 ลูกบาศก์เมตร ดังนั้นแผนกผู้ป่วยนอกจึงมีปริมาตรอากาศหมุนเวียนภายในห้องเท่ากับ 187.92 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง เมื่อเปรียบเทียบอัตราการระบายอากาศของแต่ละแผนก พบว่า แผนกผู้ป่วยใน มีอัตราการระบายอากาศมากที่สุด (4.0 ต่อชั่วโมง) รองลงมาคือ แผนกฉุกเฉิน (2.14 ต่อชั่วโมง) ถัดมา คือ แผนกห้องปฏิบัติการ (1.82 ต่อชั่วโมง) แผนกผู้ป่วยนอก (1.66 ต่อชั่วโมง) และแผนกบริหารทั่วไป (0.87 ต่อชั่วโมง) ตามลำดับ (ตารางที่4.6)

และเมื่อเปรียบเทียบปริมาตรอากาศที่หมุนเวียนภายในห้องของแต่ละแผนก พบว่า แผนกห้องปฏิบัติการ มีปริมาตรอากาศหมุนเวียนภายในห้องมากที่สุด (442.26 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง) รองลงมาคือ แผนกฉุกเฉิน (308.16 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง) แผนกผู้ป่วยใน (247.68 ลูกบาศก์เมตร

ต่อชั่วโมง) แผนกบริหารทั่วไป (187.92 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง) และแผนกผู้ป่วยนอก (179.28 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง)

ตารางที่ 4.6 อัตราการระบายอากาศและปริมาตรอากาศที่หมุนเวียนภายในห้อง จำแนกตามแผนกในโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์

แผนก	ฉุกเฉิน	ผู้ป่วยใน	ผู้ป่วยนอก	ห้องปฏิบัติการ	บริหารทั่วไป
อัตราการระบายอากาศ (h^{-1})	2.14	4.00	1.66	1.82	0.87
ปริมาตรอากาศที่หมุนเวียนภายในห้อง (m^3-h^{-1})	308.16	247.68	179.28	442.26	187.92
ระบบระบายอากาศ	ธรรมชาติ	ปรับอากาศรวม	ปรับอากาศรวม	ปรับอากาศแยก	ปรับอากาศแยก

4.3 ความเข้มข้นฝุ่น

4.3.1 ความเข้มข้นฝุ่นจำแนกตามแผนก

เมื่อเปรียบเทียบความเข้มข้นฝุ่นเฉลี่ยทั้งหมดของแต่ละแผนกพบว่า (รายละเอียดในภาคผนวก ข)

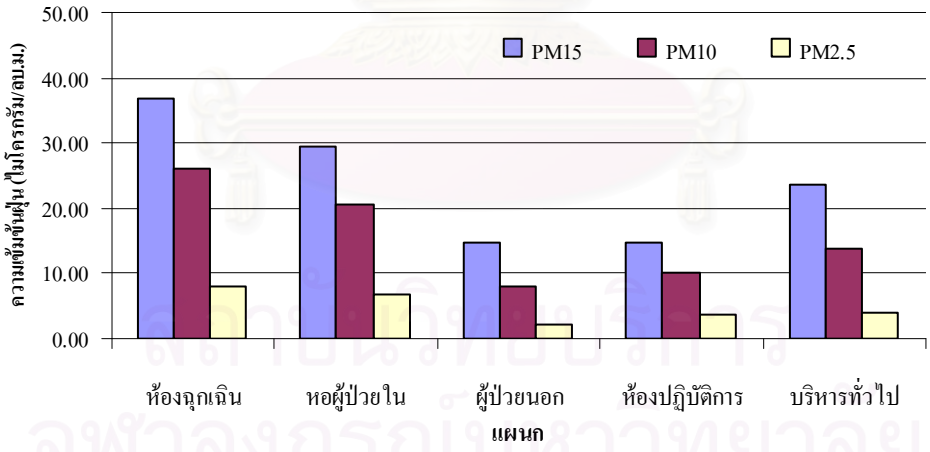
1) ฝุ่นขนาดไม่เกิน 15 ไมครอน (PM_{15}) ฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM_{10}) และ ฝุ่นขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน ($PM_{2.5}$) มีค่าเฉลี่ยสูงสุดที่ แผนกฉุกเฉิน โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 36.88 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร 26.15 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และ 8.04 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 4.7)

2) แผนกที่ความเข้มข้นฝุ่นเฉลี่ยของฝุ่นขนาดไม่เกิน 15 ไมครอน (PM_{15}) ฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM_{10}) และฝุ่นขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน ($PM_{2.5}$) มีค่าต่ำสุดคือ แผนกผู้ป่วย

นอก โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 14.72 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร 8.09 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และ 2.21 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ ความเข้มข้นเฉลี่ยของฝุ่นทั้ง 3 ขนาด มีแนวโน้มเดียวกัน คือ มีค่าสูงสุดที่ แผนกกฉุกเฉิน รองลงมาคือ แผนกผู้ป่วยใน แผนกบริหารทั่วไป แผนกห้องปฏิบัติการและแผนกผู้ป่วยนอกตามลำดับ (ตารางที่ 4.7)

ตารางที่ 4.7 ความเข้มข้นฝุ่นเฉลี่ยทุกเดือน จำแนกตามแผนก ในโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ ($\mu g\text{-}m^{-3}$)

แผนก / ขนาดฝุ่น ($\mu g/m^3$)	ฉุกเฉิน	ผู้ป่วยใน	ผู้ป่วยนอก	ห้องปฏิบัติการ	บริหารทั่วไป	เฉลี่ย
PM_{15}	36.88	29.42	14.72	14.87	23.72	23.92
PM_{10}	26.15	20.49	8.09	10.05	13.78	15.71
$PM_{2.5}$	8.04	6.61	2.21	3.70	3.87	4.89



ภาพที่ 4.12 เปรียบเทียบความเข้มข้นฝุ่นเฉลี่ยทุกเดือนแต่ละแผนก ในโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์

4.3.2 ความเข้มข้นฝุ่นจำแนกตามเดือน

เมื่อเปรียบเทียบความเข้มข้นฝุ่นรายเดือน (รายละเอียดใน ภาคผนวก ข) พบว่า

1) ความเข้มข้นของฝุ่นขนาดไม่เกิน 15 ไมครอน (PM_{15}) ฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM_{10}) และ ฝุ่นขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน ($PM_{2.5}$) มีค่าเฉลี่ยสูงสุดในเดือนมีนาคม คือ 61.76 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร 37.81 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และ 8.34 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 4.8)

2) เดือนที่ความเข้มข้นเฉลี่ยของฝุ่นขนาดไม่เกิน 15 ไมครอน (PM_{15}) มีค่าต่ำสุดในเดือนธันวาคม โดยมีค่าเท่ากับ 10.20 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ส่วนความเข้มข้นเฉลี่ยของฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM_{10}) มีค่าต่ำสุดเท่ากัน 2 เดือน คือในเดือนกันยายนและเดือนธันวาคม โดยมีค่าเท่ากับ 8.32 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (ตารางที่ 4.8)

ตารางที่ 4.8 ความเข้มข้นฝุ่นเฉลี่ยทุกแผนกจำแนกรายเดือน โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ ($\mu g\text{-}m^{-3}$)

ฝุ่น ($\mu g/m^3$)	**ม.ค.**	**ก.พ.**	**มี.ค.**	**เม.ย.**	**พ.ค.**	**ส.ค.**	**ก.ย.**	**ต.ค.**	**พ.ย.**	**ธ.ค.**	เฉลี่ย
PM_{15}	57.71	49.89	**61.76**	20.66	11.68	13.09	11.25	13.86	10.95	**10.20**	26.105
PM_{10}	33.04	29.34	**37.81**	12.87	9.03	10.23	**8.32**	10.96	8.48	**8.32**	16.84
$PM_{2.5}$	7.70	6.43	**8.34**	4.72	3.77	4.05	**3.19**	4.84	3.60	4.06	5.07

พิจารณาความเข้มข้นของฝุ่นรวมเฉลี่ย (total suspended particulate, TSP) และฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM_{10}) จากสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ ของสำนักจัดการคุณภาพอากาศและเสียง กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ประจำปี พ.ศ. 2548 พบว่า ฝุ่นรวม (TSP) ในบรรยากาศ มีค่าสูงสุดในเดือนมีนาคม (150 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) ซึ่งอยู่ในช่วงฤดูแล้ง และมีค่าต่ำสุดในเดือนกันยายน (50 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) ซึ่งอยู่ในช่วงฤดูฝน (ตารางที่ 4.9) สอดคล้องกับระดับความเข้มข้นฝุ่นขนาดไม่เกิน 15 ไมครอนที่ตรวจวัดในบริเวณโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์

ขณะที่ความเข้มข้นฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM_{10}) ในบรรยากาศเฉลี่ยรายเดือนมีค่าสูงสุดในเดือนธันวาคม (95.32 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) ซึ่งอยู่ในช่วงฤดูแล้ง และมีค่าต่ำสุดในเดือนกุมภาพันธ์37.87 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) ซึ่งอยู่ในช่วงฤดูแล้งเช่นกัน (ตารางที่ 4.9)

ตารางที่ 4.9 เปรียบเทียบความเข้มข้นฝุ่นรวม (TSP) และฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM_{10}) เฉลี่ยรายเดือนปี 2548 ของสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์กับค่าตรวจวัด ($\mu g\text{-}m^{-3}$)

เดือน	**ม.ค.**	**ก.พ.**	**มี.ค.**	**เม.ย.**	**พ.ค.**	**มิ.ย.**	**ก.ค.**	**ส.ค.**	**ก.ย.**	**ต.ค.**	**พ.ย.**	**ธ.ค.**
TSP **outdoor**	120	120	150	100	100	90	70	60	50	60	100	150
PM_{15} indoor	57.71	49.89	**61.76**	20.66	11.68	ND	ND	13.09	11.25	13.86	10.95	**10.20**
PM_{10} **outdoor**	61.48	37.87	79.10	51.78	58.03	41.70	49.38	49.08	63.58	71.62	81.35	95.32
PM_{10} indoor	33.04	29.34	**37.81**	12.87	9.03	ND	ND	10.23	**8.32**	10.96	8.48	**8.32**

หมายเหตุ : ค่ามาตรฐานฝุ่นรวม (TSP) ในบรรยากาศเฉลี่ย 24 ชั่วโมง เท่ากับ 0.33 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (หรือ 330 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) และค่ามาตรฐานฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM_{10}) ในบรรยากาศเฉลี่ย 24 ชั่วโมง เท่ากับ 120 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

ที่มา : ดัดแปลงจาก กรมควบคุมมลพิษ, 2549

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.3.3 ศึกษาความเข้มข้นฝุ่นจำแนกตามฤดูกาล

เมื่อเปรียบเทียบความเข้มข้นเฉลี่ยของฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนของทั้งสองฤดูพบว่า (รายละเอียดใน ภาคผนวก ข)

1) ความเข้มข้นฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM_{10}) เฉลี่ยแต่ละแผนกในฤดูแล้งมีค่ามากกว่าในฤดูฝน สอดคล้องกับความเข้มข้นฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM_{10}) ในบรรยากาศ (ตารางที่ 4.10)

2) แผนกที่มีความเข้มข้นฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM_{10}) ในฤดูแล้งสูงสุดคือ แผนกฉุกเฉิน รองลงมาคือ แผนกผู้ป่วยใน แผนกบริหารทั่วไป แผนกห้องปฏิบัติการและแผนกผู้ป่วยนอกตามลำดับ (ตารางที่ 4.10)

3) แผนกที่มีความเข้มข้นฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM_{10}) ในฤดูฝนสูงสุดคือ แผนกฉุกเฉิน รองลงมาคือ แผนกผู้ป่วยใน แผนกบริหารทั่วไป แผนกผู้ป่วยนอกและแผนกห้องปฏิบัติการตามลำดับ (ตารางที่ 4.10)

ตารางที่ 4.10 เปรียบความเข้มข้นฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ทั้งสองฤดูในแต่ละแผนก ($\mu g\text{-}m^{-3}$)

แผนก / ฝุ่น PM_{10} ในฤดู($\mu g/m^3$)	ฉุกเฉิน	ผู้ป่วยใน	ผู้ป่วยนอก	ห้องปฏิบัติการ	บริหารทั่วไป	เฉลี่ย	PM_{10} บรรยากาศ
แล้ง	39.51	28.77	8.83	13.80	18.96	**21.97**	67.82
ฝน	12.78	12.21	7.35	6.30	8.61	**9.45**	55.57

4.3.4 ศึกษาปริมาณความเข้มข้นฝุ่นเฉลี่ยรายชั่วโมง

พิจารณาความเข้มข้นฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM_{10}) เฉลี่ยรายชั่วโมงในแต่ละแผนก (รายละเอียดใน ภาคผนวก ข) พบว่า

1) ระดับความเข้มฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM_{10}) เฉลี่ยรายชั่วโมงในแต่ละแผนกขึ้นกับกิจกรรมภายในแผนก คือ ช่วงที่มีกิจกรรมการทำงาน ในช่วงเช้าช่วงบ่าย จะมีระดับความเข้มข้นฝุ่นรายชั่วโมงสูงกว่า ช่วงเวลาพักกลางงานซึ่งไม่มีกิจกรรมภายใน

2) แผนกที่มีระบบระบายอากาศแบบธรรมชาติ (แผนกฉุกเฉินและแผนกผู้ป่วยใน) มีระดับความเข้มฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM_{10}) เฉลี่ยรายชั่วโมง สูงกว่าแผนกที่มีระบบปรับอากาศ (แผนกผู้ป่วยนอก แผนกห้องปฏิบัติการและแผนกบริหารทั่วไป) เนื่องจากได้รับอิทธิพลมาจากอากาศจากภายนอก

3) ระดับความเข้มข้นฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM_{10}) เฉลี่ยรายชั่วโมงในฤดูแล้งมีค่าสูงกว่าในฤดูฝน

4) ระดับความเข้มข้นฝุ่นเฉลี่ยรายชั่วโมงขึ้นกับกิจกรรมและระบบระบายอากาศ

4.4 ชนิดและปริมาณเชื้อรา

ศึกษาชนิดและปริมาณเชื้อราโดยนำกระดาษกรองที่เก็บตัวอย่างอากาศไปเพาะเชื้อ แล้วนำไปแยกบ่มที่ 2 อุณหภูมิ คือ อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เพื่อศึกษาเชื้อราที่เจริญได้ในสภาพทั่วไป และ อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เพื่อศึกษาเชื้อราที่อาจก่อให้เกิดโรคได้ (รายละเอียด ภาคผนวก ค)

4.4.1 ชนิดและปริมาณเชื้อราจำแนกตามแผนก

จากการศึกษาพบว่า (ตารางที่ 4.11)

1) แผนกฉุกเฉิน มีเชื้อราที่พบทั้งหมด 5 ชนิด โดยเรียงลำดับจากที่พบมากที่สุดได้แก่ *Penicillium* sp. รองลงมาคือ ราดำ (*Alternaria* sp. และ *Curvularia* sp.) *Aspergillus* sp. *A. fumigatus*. และ *Rhizopus* sp. ตามลำดับ

2) แผนกผู้ป่วยใน มีเชื้อราที่พบทั้งหมด 5 ชนิด โดยเรียงลำดับจากที่พบมากที่สุดได้แก่ *Aspergillus* sp รองลงมาคือ *Penicillium* sp. ราดำ (*Alternaria* sp. และ *Curvularia* sp.) *A. fumigatus*. และ *Fusarium* ตามลำดับ

3) แผนกผู้ป่วยนอก มีเชื้อราที่พบทั้งหมด 5 ชนิด โดยเรียงลำดับจากที่พบมากที่สุดได้แก่ *Penicillium* sp. รองลงมาคือ *Aspergillus* sp. *A. fumigatus*. *Fusarium* และ ราดำ (*Alternaria* sp. และ *Curvularia* sp.) ตามลำดับ

4) แผนกห้องปฏิบัติการ มีเชื้อราที่พบทั้งหมด 3 ชนิด โดยเรียงลำดับจากที่พบมากที่สุดได้แก่ *Aspergillus* sp. รองลงมาคือ *Penicillium* sp. และ *A. fumigatus* ตามลำดับ

5) แผนกบริหารทั่วไป มีเชื้อราที่พบทั้งหมด 3 ชนิด โดยเรียงลำดับจากที่พบมากที่สุดได้แก่ *Penicillium* sp. รองลงมาคือ *Aspergillus* sp. และ ราดำ (*Alternaria* sp. และ *Curvularia* sp.) ตามลำดับ

ตารางที่ 4.11 ชนิดและปริมาณเชื้อราบริเวณ โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์จำแนกตามแผนก (CFU-m^{-3})

ปริมาณเชื้อรา แต่ละแผนก	*Aspergillus* sp		*Penicillium* sp		ราดำ		*A. fumigatus*		*Fusarium* sp.		*Rhizopus* sp.	
(CFU-m^{-3})	$25^{O}C$	$37^{O}C$	$25^{O}C$	$37^{O}C$	$25^{O}C$	$37^{O}C$	$25^{O}C$	$37^{O}C$	$25^{O}C$	$37^{O}C$	$25^{O}C$	$37^{O}C$
ฉุกเฉิน	3.73	3.33	4.51	4.07	4.44	2.78	2.78	2.22	NG	NG	NG	1.11
ผู้ป่วยใน	5.70	4.44	4.44	4.63	8.15	NG	4.44	2.78	1.11	NG	NG	NG
ผู้ป่วยนอก	3.09	3.89	5.11	4.17	1.11	NG	2.22	NG	1.48	NG	NG	NG
ห้องปฏิบัติการ	5.06	6.00	4.29	3.65	NG	NG	1.11	NG	NG	NG	NG	NG
บริหารทั่วไป	4.96	3.33	5.69	3.06	2.22	4.44	NG	NG	NG	NG	NG	NG

หมายเหตุ : NG = Non-fungal Growth

4.4.2 ชนิดและปริมาณเชื้อราจำแนกตามฤดูกาล

จากการศึกษาพบว่า (ตารางที่4.12)

1)เชื้อราที่พบมีทั้งหมด 6 ชนิด โดยเรียงลำดับจากที่พบมากที่สุดได้แก่ *Aspergillus* sp. รองลงมาคือ *Penicillium* sp. ราดำ (*Alternaria* sp. และ *Curvularia* sp.) *A. fumigatus Fusarium* sp. และ *Rhizopus* sp. ตามลำดับ

2)ในช่วงฤดูแล้งพบเชื้อรา 5 ชนิด โดยเรียงลำดับจากที่พบมากที่สุดได้แก่ *Penicillium* sp. รองลงมาคือ *Aspergillus* sp.ราดำ (*Alternaria* sp. และ *Curvularia* sp.) *A. fumigatus* และ *Fusarium* sp. ตามลำดับ

3)ในช่วงฤดูฝนพบเชื้อรา 5 ชนิด โดยเรียงลำดับจากที่พบมากที่สุดได้แก่ *Aspergillus* sp. รองลงมาคือ *Penicillium* sp. ราดำ (*Alternaria* sp. และ *Curvularia* sp.) *A. fumigatus* และ *Rhizopus* sp. ตามลำดับ

4) ปริมาณเชื้อราที่พบในฤดูแล้งมีค่ามากกว่าในฤดูฝน

ตารางที่ 4.12 ชนิดและปริมาณเชื้อราบริเวณโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์จำแนกตามฤดูกาล(CFU-m^{-3})

ปริมาณเชื้อรา (CFU-m^{-3})	ฤดูแล้ง		ฤดูฝน	
	บ่มที่ 25^{O}C	บ่มที่ 37^{O}C	บ่มที่ 25^{O}C	บ่มที่ 37^{O}C
Aspergillus sp.	5.10	4.13	3.62	3.56
Penicillium sp.	5.09	4.26	3.24	2.73
ราดำ	4.75	2.50	1.75	1.00
A. fumigatus	2.83	2.00	2.00	3.00
Fusarium sp.	1.17	NG	1.17	NG
Rhizopus sp.	NG	NG	NG	1.00

หมายเหตุ : NG = Non-fungal Growth

4.5 ปริมาณเชื้อ *Mycobacterium* sp.

4.5.1 การศึกษาปริมาณเชื้อ *Mycobacterium* sp.ด้วยวิธีเพาะเชื้อ (Culture)

จากการศึกษาปริมาณเชื้อ *Mycobacterium* sp. ด้วยวิธีเพาะเชื้อ ไม่พบว่ามีเชื้อ *Mycobacterium* sp.

4.5.2 การศึกษาปริมาณเชื้อ *Mycobacterium* sp. ด้วยวิธี Real time Polymerase Chain Reaction (Real time PCR)

1) ปริมาณเชื้อ *Mycobacterium* sp. ในฝุ่นขนาดใหญ่กว่า 10 ไมครอน

จากการศึกษาปริมาณเชื้อ *Mycobacterium* sp.ในฝุ่นขนาดใหญ่กว่า 10 ไมครอน ด้วยวิธี Real time PCR ไม่พบว่ามีเชื้อ *Mycobacterium* sp.

2) ปริมาณเชื้อ *Mycobacterium* sp. ในฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน

จากการศึกษาปริมาณเชื้อ *Mycobacterium* sp.ในฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ด้วยวิธี Real time PCR ไม่พบว่ามีเชื้อ *Mycobacterium* sp.

การตรวจวิเคราะห์เชื้อสกุล*มัยโคแบคทีเรียม* (*Mycobacterium* sp.) ด้วยทั้งด้วยวิธีเพาะเชื้อ และวิธี RT-PCR ไม่พบเชื้อ อาจเป็นเพราะมีปริมาณเชื้อน้อยเกินกว่าที่วิธีนี้จะสามารถตรวจพบได้

4.6 อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์

4.6.1 อุณหภูมิ

จากการศึกษาอุณหภูมิภายในแผนกที่ทำการเก็บตัวอย่าง (ตารางที่ 4.13) พบว่า

1) แผนกที่มีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงที่สุดคือ แผนกฉุกเฉิน รองลงมาคือ แผนกผู้ป่วยใน แผนกบริหารทั่วไป แผนกห้องปฏิบัติการและแผนกผู้ป่วยนอกตามลำดับ

2) เมื่อพิจารณาที่ระบบระบายอากาศ พบว่า แผนกที่มีระบบระบายอากาศแบบธรรมชาติ มีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงที่สุด รองลงมาคือ แผนกที่มีระบบระบายอากาศแบบปรับอากาศแยก และแผนกที่มีระบบระบายอากาศแบบปรับอากาศรวม ตามลำดับ

4.6.2 ความชื้นสัมพัทธ์

จากการศึกษาความชื้นสัมพัทธ์ภายในแผนกที่ทำการเก็บตัวอย่าง (ตารางที่ 4.13) พบว่า

1) แผนกที่มีความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยสูงที่สุดคือ แผนกฉุกเฉิน รองลงมาคือ แผนกผู้ป่วยใน แผนกบริหารทั่วไป แผนกห้องปฏิบัติการและแผนกผู้ป่วยนอกตามลำดับ

2) เมื่อพิจารณาที่ระบบระบายอากาศ พบว่า แผนกที่มีระบบระบายอากาศแบบธรรมชาติ มีความชื้นสัมพัทธ์สูงที่สุด รองลงมาคือ แผนกที่มีระบบระบายอากาศแบบปรับอากาศแยก และแผนกที่มีระบบระบายอากาศแบบปรับอากาศรวม ตามลำดับ

ตารางที่ 4.13 อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยจำแนกตามแผนก

แผนก	อุณหภูมิ (^{O}C)		ความชื้นสัมพัทธ์ (ร้อยละ)	
	แล้ง	ฝน	แล้ง	ฝน
ฉุกเฉิน	30.39	31.38	31	68
ผู้ป่วยใน	29.21	30.29	27	46
ผู้ป่วยนอก	24.86	25.07	21	18
ห้องปฏิบัติการ	26.00	26.21	20	19
บริหารทั่วไป	26.45	26.64	23	20

จากการศึกษาอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในแผนกที่ทำการเก็บตัวอย่าง พบว่า อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์มีความสอดคล้องกัน และระบบระบายอากาศมีผลต่ออุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์

4.7 ความสัมพันธ์ระหว่างฝุ่นกับปัจจัยทางกายภาพ

4.7.1 ความสัมพันธ์ระหว่างการระบายอากาศกับความเข้มข้นฝุ่น

1) ฤดูแล้ง

(1) ฝุ่นขนาดไม่เกิน 15 ไมครอน

ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการระบายอากาศ และความเข้มข้นฝุ่นขนาดไม่เกิน 15 ไมครอน ในฤดูแล้ง โดยหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเปียร์สัน (Pearson Correlation Coefficient, R^2) พบว่า อัตราการระบายอากาศมีความสัมพันธ์โดยตรงกับความเข้มข้นฝุ่นขนาดไม่เกิน 15 ไมครอนในระดับต่ำ มีค่า 0.14

(2) ฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน

ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการระบายอากาศ และความเข้มข้นฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ในฤดูแล้ง โดยหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเปียร์สัน (Pearson

Correlation Coefficient, R^2) พบว่า อัตราการระบายอากาศมีความสัมพันธ์โดยตรงกับความเข้มข้นฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในระดับต่ำ มีค่า 0.15

(3) ฝุ่นขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน

ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการระบายอากาศ และความเข้มข้นฝุ่นขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน ในฤดูแล้ง โดยหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเปียร์สัน (Pearson Correlation Coefficient, R^2) พบว่า อัตราการระบายอากาศมีความสัมพันธ์โดยตรงกับความเข้มข้นฝุ่นขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอนในระดับต่ำ มีค่า 0.22 (ภาคผนวก ง ภาพที่ ง-3)

เปรียบเทียบค่าความสัมพันธ์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเปียร์สัน (Pearson Correlation Coefficient) ของฝุ่นแต่ละขนาด พบว่า การระบายอากาศกับฝุ่นแต่ละขนาด มีความสัมพันธ์กันต่ำ โดยที่ฝุ่นขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอนมีค่าความสัมพันธ์มากที่สุด รองลงมาคือ ฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน และฝุ่นขนาดไม่เกิน 15 ไมครอนตามลำดับ (ตารางที่ 4.13)

2) ฤดูฝน

(1) ฝุ่นขนาดไม่เกิน 15 ไมครอน

ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการระบายอากาศ และความเข้มข้นฝุ่นขนาดไม่เกิน 15 ไมครอน ในฤดูฝน โดยหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเปียร์สัน (Pearson Correlation Coefficient, R^2) พบว่า อัตราการระบายอากาศมีความสัมพันธ์โดยตรงกับความเข้มข้นฝุ่นขนาดไม่เกิน 15 ไมครอนในระดับต่ำ มีค่า 0.01

(2) ฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน

ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการระบายอากาศ และความเข้มข้นฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ในฤดูฝน โดยหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเปียร์สัน (Pearson Correlation Coefficient, R^2) พบว่า อัตราการระบายอากาศมีความสัมพันธ์โดยตรงกับความเข้มข้นฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในระดับต่ำ มีค่า 0.25

(3) ฝุ่นขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน

ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการระบายอากาศ และความเข้มข้นฝุ่นขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน ในฤดูฝน โดยหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเปียร์สัน (Pearson Correlation Coefficient, R^2) พบว่า อัตราการระบายอากาศมีความสัมพันธ์โดยตรงกับความเข้มข้นฝุ่นขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอนในระดับต่ำ มีค่า 0.47

เปรียบเทียบความสัมพันธ์จากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเปียร์สัน (Pearson Correlation Coefficient) ของฝุ่นแต่ละขนาด พบว่า การระบายอากาศกับฝุ่นแต่ละขนาด มี

ความสัมพันธ์กันต่ำมาก โดยที่ฝุ่นขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอนมีค่าความสัมพันธ์มากที่สุด รองลงมาคือ ฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน และฝุ่นขนาดไม่เกิน 15 ไมครอนตามลำดับ (ตารางที่ 4.14)

ตารางที่ 4.14 ค่า R^2 ของฝุ่นแต่ละขนาดกับอัตราระบายอากาศในฤดูฝน

ขนาดฝุ่น	R^2	
	ฤดูแล้ง	ฤดูฝน
PM_{15}	0.14	0.01
PM_{10}	0.15	0.25
$PM_{2.5}$	0.22	0.47

เปรียบเทียบความสัมพันธ์จากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเปียร์สัน (Pearson Correlation Coefficient) ของฝุ่นแต่ละขนาด ทั้ง 2 ฤดูกาล พบว่ามีความสอดคล้องกัน คือ ฝุ่นขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอนมีค่าความสัมพันธ์มากที่สุด รองลงมาคือ ฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน และฝุ่นขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอนตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบเฉพาะฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน พบว่าในฤดูฝนมีค่าความสัมพันธ์สูงกว่าฤดูแล้ง

4.7.2 ความสัมพันธ์ระหว่างการระบายอากาศและเชื้อรา

1) ฤดูแล้ง

(1) ความสัมพันธ์ระหว่างการระบายอากาศกับเชื้อราที่บ่มในอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการระบายอากาศ กับปริมาณเชื้อราที่บ่มในอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียสในฤดูแล้ง โดยหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเปียร์สัน (Pearson Correlation Coefficient, R^2) พบว่า อัตราการระบายอากาศมีความสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณเชื้อราที่บ่มในอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียสในระดับต่ำ มีค่า 0.36

(2) ความสัมพันธ์ระหว่างการระบายอากาศกับเชื้อราที่บ่มในอุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส

ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการระบายอากาศ กับปริมาณเชื้อราที่บ่มในอุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียสในฤดูแล้ง โดยหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเปียร์สัน (Pearson

Correlation Coefficient, R^2) พบว่า อัตราการระบายอากาศมีความสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณเชื้อรา ที่บ่มในอุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียสในระดับสูง มีค่า 0.88

2) ฤดูฝน

(1) ความสัมพันธ์ระหว่างการระบายอากาศกับเชื้อราที่บ่มในอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการระบายอากาศ กับปริมาณเชื้อราที่บ่มในอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียสในฤดูฝน โดยหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเปียร์สัน (Pearson Correlation Coefficient, R^2) พบว่า อัตราการระบายอากาศมีความสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณเชื้อรา ที่บ่มในอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียสในระดับต่ำ มีค่า 0.24

(2) ความสัมพันธ์ระหว่างการระบายอากาศกับเชื้อราที่บ่มในอุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส

ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการระบายอากาศ กับปริมาณเชื้อราที่บ่มในอุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียสในฤดูฝน โดยหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเปียร์สัน (Pearson Correlation Coefficient, R^2) พบว่า อัตราการระบายอากาศมีความสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณเชื้อรา ที่บ่มในอุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียสในระดับปานกลาง มีค่า 0.59

เปรียบเทียบความสัมพันธ์จากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเปียร์สัน (Pearson Correlation Coefficient) ของปริมาณเชื้อราแต่ละชนิดกับอัตราระบายอากาศพบว่า ฤดูแล้งมีค่าความสัมพันธ์มากกว่าฤดูฝน (ตารางที่ 4.15)

ตารางที่ 4.15 ค่า R^2 ของเชื้อรากับอัตราระบายอากาศในแต่ละฤดูกาล

เชื้อรา	**ค่าสัมประสิทธิสหสัมพันธ์ (R^2)**	
	ฤดูแล้ง	**ฤดูฝน**
บ่มที่ 25^{0}C	0.36	0.24
บ่มที่ 37^{0}C	0.88	0.59

เปรียบเทียบความสัมพันธ์จากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเปียร์สัน (Pearson Correlation Coefficient) ของเชื้อรากับอัตราระบายอากาศ ทั้ง 2 ฤดูกาล พบว่ามีความสอดคล้องกัน

คือ เชื้อราที่บ่มในอุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียสมีค่าความสัมพันธ์มากกว่าเชื้อราบ่มในอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

4.7.3 ความสัมพันธ์ระหว่างฝุ่นกับเชื้อรา

1) ฤดูแล้ง

(1) ความสัมพันธ์ระหว่างฝุ่นกับเชื้อราที่บ่มที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

แผนกฉุกเฉิน

ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นฝุ่น กับปริมาณเชื้อราที่บ่มในอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียสในฤดูแล้งของแผนกฉุกเฉิน โดยหาค่าสหสัมพันธ์ (Correlation, r) พบว่า ฝุ่นทั้ง 3 ขนาดมีความสัมพันธ์กันโดยตรงในระดับปานกลาง โดยที่ฝุ่นขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอนมีค่าความสัมพันธ์สูงที่สุด รองลงมาคือ ฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนและ ฝุ่นขนาดไม่เกิน 15 ไมครอน ตามลำดับ (ตารางที่ 4.16)

แผนกผู้ป่วยใน

ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นฝุ่น กับปริมาณเชื้อราที่บ่มในอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียสในฤดูแล้งของแผนกผู้ป่วยใน โดยหาค่าสหสัมพันธ์ (Correlation, r) พบว่า ฝุ่นทั้ง 3 ขนาดมีความสัมพันธ์กันโดยตรงในระดับปานกลาง โดยที่ฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนมีค่าความสัมพันธ์สูงที่สุด รองลงมาคือ ฝุ่นขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอนและ ฝุ่นขนาดไม่เกิน 15 ไมครอน ตามลำดับ (ตารางที่ 4.15)

แผนกผู้ป่วยนอก

ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นฝุ่น กับปริมาณเชื้อราที่บ่มในอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียสในฤดูแล้งของแผนกผู้ป่วยนอก โดยหาค่าสหสัมพันธ์ (Correlation, r) พบว่า ฝุ่นทั้ง 3 ขนาดมีความสัมพันธ์กันแบบผกผันในระดับต่ำ โดยที่ ฝุ่นขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอนมีค่าความสัมพันธ์สูงที่สุด รองลงมาคือ ฝุ่นขนาดไม่เกิน 15 ไมครอนและ ฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ตามลำดับ (ตารางที่ 4.16)

แผนกห้องปฏิบัติการ

ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นฝุ่น กับปริมาณเชื้อราที่บ่มในอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียสในฤดูแล้งของแผนกห้องปฏิบัติการ โดยหาค่าสหสัมพันธ์ (Correlation, r) พบว่า ฝุ่นทั้ง 3 ขนาดมีความสัมพันธ์กันโดยตรงในระดับสูง โดยที่ ฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนมีค่าความสัมพันธ์สูงที่สุด รองลงมาคือ ฝุ่นขนาดไม่เกิน 15 ไมครอนและ ฝุ่นขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน ตามลำดับ (ตารางที่ 4.16)

แผนกบริหารทั่วไป

ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นฝุ่น กับปริมาณเชื้อราที่บ่มในอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียสในฤดูแล้งของแผนกบริหารทั่วไป โดยหาค่าสหสัมพันธ์ (Correlation, r) พบว่า ฝุ่นขนาดฝุ่นขนาดไม่เกิน 15 ไมครอนและฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนมีความสัมพันธ์กันโดยตรงในระดับปานกลาง ส่วนฝุ่นขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอนมีความสัมพันธ์กันโดยตรงในระดับปานต่ำ โดยที่ฝุ่นขนาดไม่เกิน 15 ไมครอนมีค่าความสัมพันธ์สูงที่สุด รองลงมาคือ ฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนและ ฝุ่นขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน ตามลำดับ (ตารางที่ 4.16)

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างฝุ่นกับเชื้อราในโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ จากสถานที่เก็บตัวอย่าง 5 แผนก พบว่า ความสัมพันธ์ของฝุ่นกับเชื้อราที่บ่มที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ในฤดูแล้งมีค่าสูงสุดที่แผนกห้องปฏิบัติการ รองลงมาคือ แผนกบริหารทั่วไป แผนกฉุกเฉิน และแผนกผู้ป่วยใน ตามลำดับ ส่วนแผนกผู้ป่วยนอกมีค่าความสัมพันธ์เป็นลบซึ่งเป็นไปในทิศทางตรงกันข้าม (ตารางที่ 4.16)

ตารางที่ 4.16 ค่าความสัมพันธ์ระหว่างฝุ่นกับเชื้อราที่บ่มที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ในฤดูแล้ง

ขนาดฝุ่น	ค่าความสัมพันธ์ (r)				
	ฉุกเฉิน	ผู้ป่วยใน	ผู้ป่วยนอก	ห้องปฏิบัติการ	บริหารทั่วไป
PM_{15}	0.52	0.42	-0.15	0.80	0.72
PM_{10}	0.55	0.53	-0.07	0.85	0.60
$PM_{2.5}$	0.69	0.47	-0.17	0.69	0.20

(2) ความสัมพันธ์ระหว่างฝุ่นและเชื้อราที่บ่มที่อุณหภูมิ37 องศาเซลเซียส

แผนกฉุกเฉิน

ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นฝุ่น กับปริมาณเชื้อราที่บ่มในอุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียสในฤดูแล้งของแผนกฉุกเฉิน โดยหาค่าสหสัมพันธ์ (Correlation, r) พบว่า ฝุ่นทั้ง 3 ขนาดมีความสัมพันธ์กันโดยตรงในระดับต่ำ โดยที่ฝุ่นขนาดไม่เกิน 15 ไมครอนมีค่าความสัมพันธ์สูงที่สุด รองลงมาคือ ฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนและ ฝุ่นขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน ตามลำดับ (ตารางที่ 4.17)

แผนกผู้ป่วยใน

ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นฝุ่น กับปริมาณเชื้อราที่บ่มในอุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียสในฤดูแล้งของแผนกผู้ป่วยใน โดยหาค่าสหสัมพันธ์ (Correlation, r) พบว่า ฝุ่นทั้ง 3 ขนาดมีความสัมพันธ์กันโดยตรงในระดับต่ำ โดยที่ฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนมีค่าความสัมพันธ์สูงที่สุด รองลงมาคือ ฝุ่นขนาดไม่เกิน 15 ไมครอนและ ฝุ่นขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน ตามลำดับ (ตารางที่ 4.17)

แผนกผู้ป่วยนอก

ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นฝุ่น กับปริมาณเชื้อราที่บ่มในอุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียสในฤดูแล้งของแผนกผู้ป่วยนอก โดยหาค่าสหสัมพันธ์ (Correlation, r) พบว่า ฝุ่นขนาดไม่เกิน 15 ไมครอนและฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนมีความสัมพันธ์กันโดยตรงในระดับปานกลาง ส่วนฝุ่นขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอนมีความสัมพันธ์กันโดยตรงในระดับปานต่ำ โดยที่ฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนมีค่าความสัมพันธ์สูงที่สุด รองลงมาคือ ฝุ่นขนาดไม่เกิน 15 ไมครอนและ ฝุ่นขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน ตามลำดับ (ตารางที่ 4.17)

แผนกห้องปฏิบัติการ

ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นฝุ่น กับปริมาณเชื้อราที่บ่มในอุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียสในฤดูแล้งของแผนกห้องปฏิบัติการ โดยหาค่าสหสัมพันธ์ (Correlation, r) พบว่า ฝุ่นทั้ง 3 ขนาดมีความสัมพันธ์กันโดยตรงในระดับต่ำ โดยที่ฝุ่นขนาดไม่เกิน 15 ไมครอนมีค่าความสัมพันธ์สูงที่สุด รองลงมาคือ ฝุ่นขนาดไม่เกิน 10ไมครอนและ ฝุ่นขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน ตามลำดับ (ตารางที่ 4.17)

แผนกบริหารทั่วไป

ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นฝุ่น กับปริมาณเชื้อราที่บ่มในอุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียสในฤดูแล้งของแผนกบริหารทั่วไป โดยหาค่าสหสัมพันธ์ (Correlation, r) พบว่า ฝุ่นทั้ง 3 ขนาดมีความสัมพันธ์กันโดยตรงในระดับปานกลาง โดยที่ ฝุ่นขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอนมีค่าความสัมพันธ์สูงที่สุด รองลงมาคือ ฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนและ ฝุ่นขนาดไม่เกิน 15 ไมครอน ตามลำดับ (ตารางที่ 4.17)

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นฝุ่น กับปริมาณเชื้อราในโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ จากสถานที่เก็บตัวอย่าง 5 แผนก พบว่า ความสัมพันธ์ของฝุ่นกับเชื้อราที่บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส ในฤดูแล้ง มีค่าสูงสุดที่แผนกห้องปฏิบัติการ รองลงมาคือแผนกฉุกเฉิน แผนกผู้ป่วยใน และแผนกบริหารทั่วไป ตามลำดับ ส่วนและแผนกผู้ป่วยนอกมีค่าความสัมพันธ์เป็นลบซึ่งเป็นไปในทิศทางตรงกันข้ามกล่าวคือ เมื่อความเข้มข้นฝุ่นสูงขึ้นแต่ปริมาณเชื้อรามีค่าต่ำลง (ตารางที่ 4.17)

ตารางที่ 4.17 ค่าความสัมพันธ์ระหว่างฝุ่นกับเชื้อราที่บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส ในฤดูแล้ง

ขนาดฝุ่น	ค่าความสัมพันธ์ (r)				
	ฉุกเฉิน	ผู้ป่วยใน	ผู้ป่วยนอก	ห้องปฏิบัติการ	บริหารทั่วไป
PM_{15}	0.34	0.35	-0.54	0.48	0.56
PM_{10}	0.27	0.38	-0.58	0.32	0.68
$PM_{2.5}$	0.02	0.29	-0.39	0.16	0.78

2) ฤดูฝน

(1) ความสัมพันธ์ระหว่างฝุ่นและเชื้อราที่บ่มที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

แผนกฉุกเฉิน

ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นฝุ่น กับปริมาณเชื้อราที่บ่มที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียสในฤดูฝนของแผนกฉุกเฉิน โดยหาค่าสหสัมพันธ์ (Correlation, r) พบว่า ฝุ่นขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอนมีความสัมพันธ์กันโดยตรงในระดับต่ำ ส่วนฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนและ ฝุ่นขนาดไม่เกิน 15 ไมครอน ความสัมพันธ์กันแบบผกผันในระดับต่ำเท่ากัน (ตารางที่ 4.18)

แผนกผู้ป่วยใน

ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นฝุ่น กับปริมาณเชื้อราที่บ่มที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียสในฤดูฝนของแผนกผู้ป่วยใน โดยหาค่าสหสัมพันธ์ (Correlation, r) พบว่า ฝุ่นขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอนมีความสัมพันธ์กันโดยตรงในระดับสูง ส่วนฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนและ ฝุ่นขนาดไม่เกิน 15 ไมครอน ความสัมพันธ์กันโดยตรงในระดับต่ำ (ตารางที่ 4.18)

แผนกผู้ป่วยนอก

ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นฝุ่น กับปริมาณเชื้อราที่บ่มที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียสในฤดูฝนของแผนกผู้ป่วยนอก โดยหาค่าสหสัมพันธ์ (Correlation, r) พบว่า ฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนมีความสัมพันธ์กันโดยตรงในระดับปานกลาง ส่วนฝุ่นขนาดไม่เกิน 15 ไมครอนและ ฝุ่นขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน ความสัมพันธ์กันโดยตรงในระดับต่ำ (ตารางที่ 4.18)

แผนกห้องปฏิบัติการ

ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นฝุ่น กับปริมาณเชื้อราที่บ่มที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียสในฤดูฝนของแผนกผู้ป่วยนอก โดยหาค่าสหสัมพันธ์ (Correlation, r) พบว่า ฝุ่นขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอนมีความสัมพันธ์กันโดยตรงในระดับปานกลาง ส่วนฝุ่นขนาดไม่

เกิน 15 ไมครอนและ ฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ความสัมพันธ์กันโดยตรงในระดับต่ำ (ตารางที่ 4.18)

แผนกบริหารทั่วไป

ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นฝุ่น กับปริมาณเชื้อราที่บ่มที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียสในฤดูฝนของแผนกบริหารทั่วไป โดยหาค่าสหสัมพันธ์ (Correlation, r) พบว่า ฝุ่นทั้ง 3 ขนาดมีความสัมพันธ์กันโดยตรงในระดับสูง โดยที่ ฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนมีค่าความสัมพันธ์สูงที่สุด รองลงมาคือ ฝุ่นขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอนและ ฝุ่นขนาดไม่เกิน 15 ไมครอน ตามลำดับ (ตารางที่ 4.18)

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นฝุ่นกับปริมาณเชื้อรา ในโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ จากสถานที่เก็บตัวอย่าง 5 แผนก พบว่า ความสัมพันธ์ของฝุ่นกับเชื้อราที่บ่มที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ในฤดูฝน มีค่าสูงสุดที่แผนกบริหารทั่วไป รองลงมาคือแผนกห้องปฏิบัติการ แผนกผู้ป่วยใน แผนกผู้ป่วยนอก และแผนกฉุกเฉินตามลำดับ (ตางรางที่ 4.18)

ตารางที่ 4.18 ค่าความสัมพันธ์ระหว่างฝุ่นกับเชื้อราที่บ่มที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ในฤดูฝน

ขนาดฝุ่น	ค่าความสัมพันธ์ (r)				
	ฉุกเฉิน	ผู้ป่วยใน	ผู้ป่วยนอก	ห้องปฏิบัติการ	บริหารทั่วไป
PM_{15}	-0.14	0.54	0.40	0.38	0.90
PM_{10}	-0.14	0.67	0.60	0.29	0.95
$PM_{2.5}$	0.43	1.00	0.11	0.62	0.91

(2) ความสัมพันธ์ระหว่างฝุ่นกับเชื้อราที่บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส

แผนกฉุกเฉิน

ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นฝุ่น กับปริมาณเชื้อราที่บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียสในฤดูฝนของแผนกฉุกเฉิน โดยหาค่าสหสัมพันธ์ (Correlation, r) พบว่า ฝุ่นขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอนมีความสัมพันธ์กันโดยตรงในระดับปานกลาง ส่วนฝุ่นขนาดไม่เกิน 15 ไมครอนและ ฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ความสัมพันธ์กันโดยตรงในระดับต่ำ (ตารางที่ 4.18)

แผนกผู้ป่วยใน

ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นฝุ่น กับปริมาณเชื้อราที่บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียสในฤดูฝนของแผนกผู้ป่วยใน โดยหาค่าสหสัมพันธ์ (Correlation, r) พบว่า ฝุ่นขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอนมีความสัมพันธ์แบบผกผันในระดับต่ำ ส่วนฝุ่นขนาดไม่เกิน 15 ไมครอนและ ฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ความสัมพันธ์แบบผกผันในระดับสูง (ตารางที่ 4.19)

แผนกผู้ป่วยนอก

ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นฝุ่น กับปริมาณเชื้อราที่บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียสในฤดูฝนของแผนกผู้ป่วยนอก โดยหาค่าสหสัมพันธ์ (Correlation, r) พบว่า ฝุ่นขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอนมีความสัมพันธ์โดยตรงในระดับปานกลาง ส่วนฝุ่นขนาดไม่เกิน 15 ไมครอนและ ฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ความสัมพันธ์แบบผกผันในระดับต่ำ (ตารางที่ 4.19)

แผนกห้องปฏิบัติการ

ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นฝุ่น กับปริมาณเชื้อราที่บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียสในฤดูฝนของแผนกห้องปฏิบัติการ โดยหาค่าสหสัมพันธ์ (Correlation, r) พบว่า ฝุ่นขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอนมีความสัมพันธ์โดยตรงในระดับต่ำ ส่วนฝุ่นขนาดไม่เกิน 15 ไมครอนและ ฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ความสัมพันธ์แบบผกผันในระดับต่ำ (ตารางที่ 4.19)

แผนกบริหารทั่วไป

ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นฝุ่น กับปริมาณเชื้อราที่บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียสในฤดูฝนของแผนกแผนกบริหารทั่วไป โดยหาค่าสหสัมพันธ์ (Correlation, r) พบว่า ฝุ่นทั้ง 3 ขนาดมีความสัมพันธ์แบบผกผันในระดับปานกลาง โดยที่ฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนมีค่าความสัมพันธ์สูงที่สุด รองลงมาคือ ฝุ่นขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอนและ ฝุ่นขนาดไม่เกิน 15 ไมครอน ตามลำดับ (ตารางที่ 4.19)

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นฝุ่นกับปริมาณเชื้อรา ในโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ จากสถานที่เก็บตัวอย่าง 5 แผนก เพื่อหาความสัมพันธ์ของฝุ่นกับเชื้อราที่บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส ในฤดูฝน พบว่าความสัมพันธ์เป็นลบซึ่งเป็นไปในทิศทางตรงกันข้าม กล่าวคือ เมื่อความเข้มข้นฝุ่นต่ำลงแต่ปริมาณเชื้อรามีค่าสูงขึ้น โดยมีค่าสูงสุดที่แผนกแผนกผู้ป่วยใน รองลงมาคือแผนกบริหารทั่วไป ห้องปฏิบัติการ และแผนกผู้ป่วยนอกตามลำดับ

ส่วนแผนกฉุกเฉินมีค่าความสัมพันธ์เป็นบวกซึ่งเป็นไปในทิศทางเดียวกันแต่มีค่าความสัมพันธ์น้อยมาก (ตารางที่ 4.19)

ตารางที่ 4.19 ค่าความสัมพันธ์ระหว่างฝุ่นกับเชื้อราที่บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส ในฤดูฝน

ขนาดฝุ่น	ค่าความสัมพันธ์ (r)				
	ฉุกเฉิน	ผู้ป่วยใน	ผู้ป่วยนอก	ห้องปฏิบัติการ	บริหารทั่วไป
PM_{15}	0.10	-0.98	-0.26	-0.35	-0.75
PM_{10}	0.12	-0.93	-0.10	-0.21	-0.79
$PM_{2.5}$	0.75	-0.28	0.65	0.17	-0.78

4.7.4 ความสัมพันธ์ระหว่างฝุ่นกับเชื้อราจำแนกตามระบบระบายอากาศ

ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างฝุ่นกับเชื้อราโดยจำแนกตามระบบระบายอากาศ คือ ระบบระบายอากาศแบบธรรมชาติ ได้แก่ แผนกฉุกเฉินและแผนกผู้ป่วยใน และระบบระบายอากาศแบบปรับอากาศ ได้แก่ แผนกผู้ป่วยนอก แผนกห้องปฏิบัติการและแผนกบริหารทั่วไป

1) ฤดูแล้ง

(1) ระบบระบายอากาศแบบธรรมชาติ

เชื้อราที่บ่มในอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นฝุ่น กับปริมาณเชื้อราที่บ่มในอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียสในฤดูแล้งของระบบระบายอากาศแบบธรรมชาติ โดยหาค่าสหสัมพันธ์ (Correlation, r) พบว่า ฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนและ ฝุ่นขนาดไม่เกิน 15 ไมครอนทั้ง มีความสัมพันธ์กันโดยตรงในระดับปานกลาง ส่วนฝุ่นขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอนความสัมพันธ์กันโดยตรงในระดับสูง โดยที่ฝุ่นขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอนมีค่าความสัมพันธ์สูงที่สุด รองลงมาคือ ฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนและ ฝุ่นขนาดไม่เกิน 15 ไมครอน ตามลำดับ (ตารางที่ 4.20)

เชื้อราที่บ่มในอุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส

ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นฝุ่น กับปริมาณเชื้อราที่บ่มในอุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียสในฤดูแล้งของระบบระบายอากาศแบบธรรมชาติ โดยหาค่าสหสัมพันธ์ (Correlation, r) พบว่า ฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน และฝุ่นขนาดไม่เกิน 15 ไมครอน มีความสัมพันธ์กันโดยตรงในระดับปานกลาง ส่วนฝุ่นขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอนความสัมพันธ์แบบผกผันในระดับต่ำ โดยที่ฝุ่นขนาดไม่เกิน 15 ไมครอน มีค่าความสัมพันธ์สูงที่สุด รองลงมาคือ ฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนและ ฝุ่นขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอนตามลำดับ (ตารางที่ 4.20)

(2) ระบบระบายอากาศแบบปรับอากาศ

เชื้อราที่บ่มในอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นฝุ่น กับปริมาณเชื้อราที่บ่มในอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียสในฤดูแล้งของระบบระบายอากาศแบบปรับอากาศโดยหาค่าสหสัมพันธ์ (Correlation, r) พบว่า ฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน และ ฝุ่นขนาดไม่เกิน 15 ไมครอน มีความสัมพันธ์กันโดยตรงในระดับปานกลาง ส่วนฝุ่นขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอนความสัมพันธ์กันโดยตรงในระดับต่ำ โดยที่ฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนมีค่าความสัมพันธ์สูงที่สุด รองลงมาคือ ฝุ่นขนาดไม่เกิน 15 ไมครอนและ ฝุ่นขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน ตามลำดับ (ตารางที่ 4.20)

เชื้อราที่บ่มในอุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส

ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นฝุ่น กับปริมาณเชื้อราที่บ่มในอุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียสในฤดูแล้งของระบบระบายอากาศแบบธรรมชาติ โดยหาค่าสหสัมพันธ์ (Correlation, r) พบว่า ฝุ่นขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน และ ฝุ่นขนาดไม่เกิน 15 ไมครอน มีความสัมพันธ์กันโดยตรงในระดับต่ำ ส่วนฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนความสัมพันธ์แบบผกผันในระดับต่ำ โดยที่ฝุ่นขนาดไม่เกิน 2.5ไมครอน มีค่าความสัมพันธ์สูงที่สุด รองลงมาคือ ฝุ่นขนาดไม่เกิน 15 ไมครอนและ ฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนตามลำดับ (ตารางที่ 4.20)

ตารางที่ 4.20 ค่าความสัมพันธ์ระหว่างฝุ่นกับเชื้อราจำแนกตามระบบปรับอากาศในฤดูแล้ง

ขนาดฝุ่น	ค่าความสัมพันธ์ (r)			
	แบบธรรมชาติ		แบบปรับอากาศ	
	เชื้อราบ่มที่ 25^{O}C	เชื้อราบ่มที่ 37^{O}C	เชื้อราบ่มที่ 25^{O}C	เชื้อราบ่มที่ 37^{O}C
PM_{15}	0.43	0.26	0.30	0.02
PM_{10}	0.49	0.21	0.32	-0.02
$PM_{2.5}$	0.89	-0.01	0.17	0.15

1) ฤดูฝน

(1) ระบบระบายอากาศแบบธรรมชาติ

เชื้อราที่บ่มในอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นฝุ่น กับปริมาณเชื้อราที่บ่มในอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียสในฤดูฝนของระบบระบายอากาศแบบธรรมชาติ โดยหาค่าสหสัมพันธ์

(Correlation, r) พบว่า ฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน และ ฝุ่นขนาดไม่เกิน 15 ไมครอน มีความสัมพันธ์แบบผกผันในระดับต่ำ ส่วนฝุ่นขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอนความสัมพันธ์กันโดยตรงในระดับปานกลาง โดยที่ฝุ่นขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอนมีค่าความสัมพันธ์สูงที่สุด รองลงมาคือ ฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนและ ฝุ่นขนาดไม่เกิน 15 ไมครอน ตามลำดับ (ตารางที่ 4.21)

เชื้อราที่บ่มในอุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส

ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นฝุ่น กับปริมาณเชื้อราที่บ่มในอุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียสในฤดูฝนของระบบระบายอากาศแบบธรรมชาติ โดยหาค่าสหสัมพันธ์ (Correlation, r) พบว่า ฝุ่นทั้ง 3 ขนาดมีความสัมพันธ์แบบผกผันในปานกลาง โดยที่ฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนมีค่าความสัมพันธ์สูงที่สุด รองลงมาคือ ฝุ่นขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอนและ ฝุ่นขนาดไม่เกิน 15 ไมครอน ตามลำดับ (ตารางที่ 4.21)

(2) ระบบระบายอากาศแบบปรับอากาศ

เชื้อราที่บ่มในอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นฝุ่น กับปริมาณเชื้อราที่บ่มในอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียสในฤดูฝนของระบบระบายอากาศแบบปรับอากาศ โดยหาค่าสหสัมพันธ์ (Correlation, r) พบว่า ฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนและ ฝุ่นขนาดไม่เกิน 15 ไมครอนทั้ง มีความสัมพันธ์แบบผกผันในระดับปานกลาง ส่วนฝุ่นขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอนความสัมพันธ์กันโดยตรงในระดับปานกลาง โดยที่ฝุ่นขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอนมีค่าความสัมพันธ์สูงที่สุด รองลงมาคือ ฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนและ ฝุ่นขนาดไม่เกิน 15 ไมครอน ตามลำดับ (ตารางที่ 4.21)

เชื้อราที่บ่มในอุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส

ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นฝุ่น กับปริมาณเชื้อราที่บ่มในอุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียสในฤดูฝนของระบบระบายอากาศแบบปรับอากาศ โดยหาค่าสหสัมพันธ์ (Correlation, r) พบว่า ฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนและ ฝุ่นขนาดไม่เกิน 15 ไมครอนทั้ง มีความสัมพันธ์แบบผกผันในระดับปานกลาง ส่วนฝุ่นขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอนความสัมพันธ์กันโดยตรงในระดับปานกลาง โดยที่ฝุ่นขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอนมีค่าความสัมพันธ์สูงที่สุด รองลงมาคือ ฝุ่นขนาดไม่เกิน 15 ไมครอนและ ฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ตามลำดับ (ตารางที่ 4.21)

ตารางที่ 4.21 ค่าความสัมพันธ์ระหว่างฝุ่นกับเชื้อราจำแนกตามระบบปรับอากาศในฤดูฝน

ขนาดฝุ่น	ค่าความสัมพันธ์ (r)			
	แบบธรรมชาติ		แบบปรับอากาศ	
	เชื้อราบ่มที่ 25^{O}C	เชื้อราบ่มที่ 37^{O}C	เชื้อราบ่มที่ 25^{O}C	เชื้อราบ่มที่ 37^{O}C
PM_{15}	-0.13	-0.48	0.43	-0.28
PM_{10}	-0.13	-0.49	0.67	-0.21
$PM_{2.5}$	0.26	-0.33	0.43	0.35

4.7.5 ความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นสัมพัทธ์กับฝุ่น

ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นสัมพัทธ์ กับความเข้มข้นฝุ่นแต่ละแผนก โดยหาค่าสหสัมพันธ์ (Correlation, r) จำแนกตามฤดูดังนี้

1) ฤดูแล้ง

(1) แผนกฉุกเฉิน

ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นสัมพัทธ์ กับความเข้มข้นฝุ่นในฤดูแล้งของแผนกฉุกเฉิน โดยหาค่าสหสัมพันธ์ (Correlation, r) พบว่า ฝุ่นขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอนมีความสัมพันธ์แบบผกผันกับความชื้นสัมพัทธ์ในระดับปานกลาง ขณะที่ฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนและ ฝุ่นขนาดไม่เกิน 15 ไมครอนมีความสัมพันธ์แบบผกผันกับความชื้นสัมพัทธ์ในระดับต่ำ โดยที่ฝุ่นขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอนมีค่าความสัมพันธ์สูงที่สุด รองลงมาคือ ฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนและ ฝุ่นขนาดไม่เกิน 15 ไมครอน ตามลำดับ (ตารางที่ 4.22)

(2) แผนกผู้ป่วยใน

ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นสัมพัทธ์ กับความเข้มข้นฝุ่นในฤดูแล้งของแผนกผู้ป่วยในโดยหาค่าสหสัมพันธ์ (Correlation, r) พบว่า ฝุ่นขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอนมีความสัมพันธ์โดยตรงกับความชื้นสัมพัทธ์ในระดับปานกลาง ขณะที่ฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนและ ฝุ่นขนาดไม่เกิน 15 ไมครอนมีความสัมพันธ์โดยตรงกับกับความชื้นสัมพัทธ์ระดับต่ำ โดยที่ฝุ่นขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอนมีค่าความสัมพันธ์สูงที่สุด รองลงมาคือ ฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนและ ฝุ่นขนาดไม่เกิน 15 ไมครอน ตามลำดับ (ตารางที่ 4.22)

(3) แผนกผู้ป่วยนอก

ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นสัมพัทธ์ กับความเข้มข้นฝุ่นในฤดูแล้งของแผนกผู้ป่วยนอกโดยหาค่าสหสัมพันธ์ (Correlation, r) พบว่า ฝุ่นขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอนมีความสัมพันธ์โดยตรงกับความชื้นสัมพัทธ์ในระดับปานกลาง ขณะที่ฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน

และ ฝุ่นขนาดไม่เกิน 15 ไมครอนมีความสัมพันธ์แบบผกผันกับความชื้นสัมพัทธ์ โดยที่ฝุ่นขนาดไม่เกิน 15 ไมครอนมีค่าความสัมพันธ์มากกว่า ฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (ตารางที่ 4.22)

(4) แผนกห้องปฏิบัติการ

ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นสัมพัทธ์ กับความเข้มข้นฝุ่นในฤดูแล้งของแผนกห้องปฏิบัติการโดยหาค่าสหสัมพันธ์ (Correlation, r) พบว่า ฝุ่นขนาดไม่เกิน 15 ไมครอนมีความสัมพันธ์โดยตรงกับความชื้นสัมพัทธ์ในระดับสูง ขณะที่ฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนและ ฝุ่นขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอนมีความสัมพันธ์โดยตรงกับความชื้นสัมพัทธ์ระดับปานกลาง โดยที่ฝุ่นขนาดไม่เกิน 15 ไมครอนมีค่าความสัมพันธ์สูงที่สุด รองลงมาคือ ฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนและ ฝุ่นขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน ตามลำดับ (ตารางที่ 4.22)

(5) แผนกบริหารทั่วไป

ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นสัมพัทธ์ กับความเข้มข้นฝุ่นในฤดูแล้งของแผนกบริหารทั่วไปโดยหาค่าสหสัมพันธ์ (Correlation, r) พบว่า ฝุ่นขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอนมีความสัมพันธ์แบบผกผันกับความชื้นสัมพัทธ์ในระดับปานกลาง ขณะที่ฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนและ ฝุ่นขนาดไม่เกิน 15 ไมครอนมีความสัมพันธ์แบบผกผันกับความชื้นสัมพัทธ์ระดับต่ำ โดยที่ฝุ่นขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอนมีค่าความสัมพันธ์สูงที่สุด รองลงมาคือ ฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนและ ฝุ่นขนาดไม่เกิน 15 ไมครอน ตามลำดับ (ตารางที่ 4.22)

2) ฤดูฝน

(1) แผนกฉุกเฉิน

ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นสัมพัทธ์ กับความเข้มข้นฝุ่นในฤดูฝนของแผนกฉุกเฉิน โดยหาค่าสหสัมพันธ์ (Correlation, r) พบว่า ฝุ่นขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอนมีความสัมพันธ์โดยตรงกับความชื้นสัมพัทธ์ในระดับปานกลาง ขณะที่ฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนและ ฝุ่นขนาดไม่เกิน 15 ไมครอนมีความสัมพันธ์แบบผกผันกับความชื้นสัมพัทธ์ในระดับต่ำ โดยที่ฝุ่นขนาดไม่เกิน 15 ไมครอนมีค่าความสัมพันธ์มากกว่าฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (ตารางที่ 4.22)

(2) แผนกผู้ป่วยใน

ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นสัมพัทธ์ กับความเข้มข้นฝุ่นในฤดูฝนของแผนกผู้ป่วยใน โดยหาค่าสหสัมพันธ์ (Correlation, r) พบว่า ฝุ่นขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอนมีความสัมพันธ์โดยตรงกับความชื้นสัมพัทธ์ในระดับปานกลาง ขณะที่ฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนและ ฝุ่นขนาดไม่เกิน 15 ไมครอนมีความสัมพันธ์แบบผกผันกับความชื้นสัมพัทธ์ในระดับปานกลาง โดยที่ฝุ่นขนาดไม่เกิน 15 ไมครอนมีค่าความสัมพันธ์มากกว่าฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (ตารางที่ 4.22)

(3) แผนกผู้ป่วยนอก

ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นสัมพัทธ์ กับความเข้มข้นฝุ่นในฤดูฝนของแผนกผู้ป่วยนอก โดยหาค่าสหสัมพันธ์ (Correlation, r) พบว่า ฝุ่นขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน มีความสัมพันธ์โดยตรงกับความชื้นสัมพัทธ์ในระดับสูง ขณะที่ฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนและฝุ่นขนาดไม่เกิน 15 ไมครอนมีความสัมพันธ์โดยตรงกับความชื้นสัมพัทธ์ในระดับต่ำ โดยที่ฝุ่นขนาดไม่เกิน 15 ไมครอนมีค่าความสัมพันธ์มากกว่าฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (ตารางที่ 4.22)

(4) แผนกห้องปฏิบัติการ

ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นสัมพัทธ์ กับความเข้มข้นฝุ่นในฤดูฝนของแผนกห้องปฏิบัติการ โดยหาค่าสหสัมพันธ์ (Correlation, r) พบว่า ฝุ่นขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอนมีความสัมพันธ์แบบผกผันกับความชื้นสัมพัทธ์ในระดับต่ำ ขณะที่ฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนและ ฝุ่นขนาดไม่เกิน 15 ไมครอนมีความสัมพันธ์โดยตรงกับความชื้นสัมพัทธ์ในระดับต่ำ โดยที่ฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนมีค่าความสัมพันธ์มากกว่าฝุ่นขนาดไม่เกิน 15 ไมครอน (ตารางที่ 4.22)

(5) แผนกบริหารทั่วไป

ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นสัมพัทธ์ กับความเข้มข้นฝุ่นในฤดูฝนของแผนกบริหารทั่วไป โดยหาค่าสหสัมพันธ์ (Correlation, r) พบว่า ฝุ่นขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอนมีความสัมพันธ์แบบผกผันกับความชื้นสัมพัทธ์ในระดับต่ำ ขณะที่ฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนและ ฝุ่นขนาดไม่เกิน 15 ไมครอนมีความสัมพันธ์โดยตรงกับความชื้นสัมพัทธ์ในระดับต่ำ โดยที่ฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนมีค่าความสัมพันธ์มากกว่าฝุ่นขนาดไม่เกิน 15 ไมครอน (ตารางที่ 4.22)

ตารางที่ 4.22 ค่าความสัมพันธ์ระหว่างฝุ่นกับความชื้นสัมพัทธ์จำแนกตามแผนก

ขนาดฝุ่น	**ค่าความสัมพันธ์ (r)**									
	ฉุกเฉิน		ผู้ป่วยใน		ผู้ป่วยนอก		ห้องปฏิบัติการ		บริหารทั่วไป	
	แล้ง	ฝน	แล้ง	ฝน	แล้ง	ฝน	แล้ง	ฝน	แล้ง	ฝน
PM_{15}	-0.17	-0.12	0.10	-0.58	-0.32	0.19	0.81	0.03	-0.08	0.78
PM_{10}	-0.18	-0.11	0.18	-0.44	-0.16	0.03	0.79	0.17	-0.17	0.84
$PM_{2.5}$	-0.28	0.56	0.35	0.45	0.23	0.81	0.53	-0.15	-0.32	0.80

ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นสัมพัทธ์ กับความเข้มข้นฝุ่นแต่ละระบบระบายอากาศ โดยหาค่าสหสัมพันธ์ (Correlation, r) จำแนกตามฤดูดังนี้

1) ฤดูแล้ง

(1) ระบบระบายอากาศแบบธรรมชาติ

ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นสัมพัทธ์ กับความเข้มข้นฝุ่นในฤดูแล้งของระบบระบายอากาศแบบธรรมชาติ โดยหาค่าสหสัมพันธ์ (Correlation, r) พบว่า ฝุ่นทั้ง 3 ขนาด มีความสัมพันธ์โดยตรงกับความชื้นสัมพัทธ์ในระดับต่ำ โดยที่ฝุ่นขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน มีค่าความสัมพันธ์สูงที่สุด รองลงมาคือ ฝุ่นขนาดไม่เกิน 15 ไมครอนและ ฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ตามลำดับ (ตารางที่ 4.23)

(2) ระบบระบายอากาศแบบปรับอากาศ

ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นสัมพัทธ์ กับความเข้มข้นฝุ่นในฤดูแล้งของระบบระบายอากาศแบบปรับอากาศ โดยหาค่าสหสัมพันธ์ (Correlation, r) พบว่า ฝุ่นขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอนมีความสัมพันธ์แบบผกผันกับความชื้นสัมพัทธ์ในระดับต่ำ ขณะที่ ฝุ่นขนาดไม่เกิน 15 ไมครอนและ ฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนมีความสัมพันธ์โดยตรงกับความชื้นสัมพัทธ์ในระดับต่ำเท่ากัน (ตารางที่ 4.23)

2) ฤดูฝน

(1) ระบบระบายอากาศแบบธรรมชาติ

ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นสัมพัทธ์ กับความเข้มข้นฝุ่นในฤดูฝนของระบบระบายอากาศแบบธรรมชาติ โดยหาค่าสหสัมพันธ์ (Correlation, r) พบว่า ฝุ่นขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอนมีความสัมพันธ์โดยตรงกับความชื้นสัมพัทธ์ในระดับปานกลาง ขณะที่ ฝุ่นขนาดไม่เกิน 15 ไมครอนและ ฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนมีความสัมพันธ์โดยตรงกับความชื้นสัมพัทธ์ในระดับต่ำ โดยที่ ฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนมีค่าความสัมพันธ์มากกว่าฝุ่นขนาดไม่เกิน 15 ไมครอน (ตารางที่ 4.23)

(2) ระบบระบายอากาศแบบปรับอากาศ

ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นสัมพัทธ์ กับความเข้มข้นฝุ่นในฤดูฝนของระบบระบายอากาศแบบปรับอากาศโดยหาค่าสหสัมพันธ์ (Correlation, r) พบว่า ฝุ่นขนาดไม่เกิน 15 ไมครอนมีความสัมพันธ์โดยตรงกับความชื้นสัมพัทธ์ในระดับต่ำ ขณะที่ ฝุ่นขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอนและ ฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนมีความสัมพันธ์โดยตรงกับความชื้นสัมพัทธ์ในระดับปานกลาง โดยที่ ฝุ่นขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอนมีค่าความสัมพันธ์มากกว่าฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (ตารางที่ 4.23)

ตารางที่ 4.23 ค่าความสัมพันธ์ระหว่างฝุ่นกับความชื้นสัมพัทธ์จำแนกตามระบบระบายอากาศ

ขนาดฝุ่น	ค่าความสัมพันธ์ (r)			
	แบบธรรมชาติ		แบบปรับอากาศ	
	แล้ง	ฝน	แล้ง	ฝน
PM_{15}	-0.06	0.03	0.08	0.15
PM_{10}	-0.04	0.07	0.08	0.33
$PM_{2.5}$	-0.10	0.51	-0.02	0.43

4.7.6 ความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นสัมพัทธ์กับเชื้อรา

ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นสัมพัทธ์กับเชื้อรา ของแต่ละแผนกได้แก่ แผนกฉุกเฉิน แผนกผู้ป่วยใน แผนกผู้ป่วยนอก แผนกห้องปฏิบัติการและแผนกบริหารทั่วไป โดยจำแนกตามฤดู ดังนี้

1) ฤดูแล้ง

(1) แผนกฉุกเฉิน

ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นสัมพัทธ์ กับปริมาณเชื้อราในฤดูแล้งของแผนกฉุกเฉินโดยหาค่าสหสัมพันธ์ (Correlation, r) พบว่า เชื้อราที่บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส มีความสัมพันธ์โดยตรงกับความชื้นสัมพัทธ์ในระดับต่ำ ขณะที่ เชื้อราที่บ่มที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส มีความสัมพันธ์แบบผกผันกับความชื้นสัมพัทธ์ในระดับต่ำ (ตารางที่ 4.24)

(2) แผนกผู้ป่วยใน

ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นสัมพัทธ์ กับปริมาณเชื้อราในฤดูแล้งของแผนกผู้ป่วยในโดยหาค่าสหสัมพันธ์ (Correlation, r) พบว่า เชื้อราที่บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส มีความสัมพันธ์โดยตรงกับความชื้นสัมพัทธ์ในระดับสูง ขณะที่ เชื้อราที่บ่มที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส มีความสัมพันธ์โดยตรงกับความชื้นสัมพัทธ์ในระดับปานกลาง (ตารางที่ 4.24)

(3) แผนกผู้ป่วยนอก

ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นสัมพัทธ์ กับปริมาณเชื้อราในฤดูแล้งของแผนกผู้ป่วยนอกโดยหาค่าสหสัมพันธ์ (Correlation, r) พบว่า เชื้อราที่บ่มที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส มีความสัมพันธ์โดยตรงกับความชื้นสัมพัทธ์ในระดับปานกลาง ขณะที่ เชื้อราที่บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส มีความสัมพันธ์โดยตรงกับความชื้นสัมพัทธ์ในระดับต่ำ (ตารางที่ 4.24)

(4) แผนกห้องปฏิบัติการ

ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นสัมพัทธ์ กับปริมาณเชื้อราในฤดูแล้งของแผนกห้องปฏิบัติโดยหาค่าสหสัมพันธ์ (Correlation, r) พบว่า ทั้งเชื้อราที่บ่มที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียสและเชื้อราที่บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส มีความสัมพันธ์โดยตรงกับความชื้นสัมพัทธ์ในระดับปานกลาง โดยที่ เชื้อราที่บ่มที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส มีค่าความสัมพันธ์มากกว่าเชื้อราที่บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส (ตารางที่ 4.24)

(5) แผนกบริหารทั่วไป

ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นสัมพัทธ์ กับปริมาณเชื้อราในฤดูแล้งของแผนกบริหารทั่วไปโดยหาค่าสหสัมพันธ์ (Correlation, r) พบว่า เชื้อราที่บ่มที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส มีความสัมพันธ์โดยตรงกับความชื้นสัมพัทธ์ในระดับปานกลาง ขณะที่ เชื้อราที่บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส มีความสัมพันธ์แบบผกผันกับความชื้นสัมพัทธ์ในระดับต่ำ (ตารางที่ 4.24)

2) ฤดูฝน

(1) แผนกฉุกเฉิน

ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นสัมพัทธ์ กับปริมาณเชื้อราในฤดูฝนของแผนกฉุกเฉินโดยหาค่าสหสัมพันธ์ (Correlation, r) พบว่า ทั้ง เชื้อราที่บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียสและเชื้อราที่บ่มที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส มีความสัมพันธ์โดยตรงกับความชื้นสัมพัทธ์ในระดับสูง โดยที่เชื้อราที่บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียสมีค่าความสัมพันธ์มากกว่าเชื้อราที่บ่มที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส (ตารางที่ 4.24)

(2) แผนกผู้ป่วยใน

ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นสัมพัทธ์ กับปริมาณเชื้อราในฤดูฝนของแผนกผู้ป่วยในโดยหาค่าสหสัมพันธ์ (Correlation, r) พบว่า ทั้ง เชื้อราที่บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียสและเชื้อราที่บ่มที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส มีความสัมพันธ์โดยตรงกับความชื้นสัมพัทธ์ในระดับปานกลาง โดยที่เชื้อราที่บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียสมีค่าความสัมพันธ์มากกว่าเชื้อราที่บ่มที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส (ตารางที่ 4.24)

(3) แผนกผู้ป่วยนอก

ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นสัมพัทธ์ กับปริมาณเชื้อราในฤดูฝนของแผนกผู้ป่วยนอกโดยหาค่าสหสัมพันธ์ (Correlation, r) พบว่า เชื้อราที่บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส มีความสัมพันธ์โดยตรงกับความชื้นสัมพัทธ์ในระดับต่ำ ขณะที่เชื้อราที่บ่มที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส มีความสัมพันธ์แบบผกผันกับความชื้นสัมพัทธ์ในระดับต่ำ (ตารางที่ 4.24)

(4) แผนกห้องปฏิบัติการ

ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นสัมพัทธ์ กับปริมาณเชื้อราในฤดูฝนของแผนกห้องปฏิบัติการโดยหาค่าสหสัมพันธ์ (Correlation, r) พบว่า เชื้อราที่บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส มีความสัมพันธ์โดยตรงกับความชื้นสัมพัทธ์ในระดับปานกลาง ขณะที่เชื้อราที่บ่มที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส มีความสัมพันธ์โดยตรงกับความชื้นสัมพัทธ์ในระดับปานต่ำ (ตารางที่ 4.24)

(5) แผนกบริหารทั่วไป

ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นสัมพัทธ์ กับปริมาณเชื้อราในฤดูฝนของแผนกบริหารทั่วไปโดยหาค่าสหสัมพันธ์ (Correlation, r) พบว่า เชื้อราที่บ่มที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส มีความสัมพันธ์โดยตรงกับความชื้นสัมพัทธ์ในระดับสูง ขณะที่เชื้อราที่บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส มีความสัมพันธ์แบบผกกับความชื้นสัมพัทธ์ในระดับสูง (ตารางที่ 4.24)

ตารางที่ 4.24 ค่าความสัมพันธ์ระหว่างเชื้อรากับความชื้นสัมพัทธ์จำแนกตามแผนก

ชนิดเชื้อรา	ค่าความสัมพันธ์ (r)									
	ฉุกเฉิน		ผู้ป่วยใน		ผู้ป่วยนอก		ห้องปฏิบัติการ		บริหารทั่วไป	
	แล้ง	ฝน	แล้ง	ฝน	แล้ง	ฝน	แล้ง	ฝน	แล้ง	ฝน
บ่มที่ $25^{O}C$	-0.08	0.92	0.21	0.37	0.22	-0.06	0.77	0.04	0.37	0.81
บ่มที่ $37^{O}C$	0.13	0.96	0.85	0.73	0.04	0.10	0.51	0.33	-0.20	-0.98

ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นสัมพัทธ์กับเชื้อรา โดยจำแนกตามระบบระบายอากาศ คือ ระบบระบายอากาศแบบธรรมชาติ ได้แก่ แผนกฉุกเฉินและแผนกผู้ป่วยใน และระบบระบายอากาศแบบปรับอากาศ ได้แก่ แผนกผู้ป่วยนอก แผนกห้องปฏิบัติการและแผนกบริหารทั่วไป

1) ฤดูแล้ง

(1) ระบบระบายอากาศแบบธรรมชาติ

ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นสัมพัทธ์ กับปริมาณเชื้อราในฤดูแล้งของระบบระบายอากาศแบบธรรมชาติ โดยหาค่าสหสัมพันธ์ (Correlation, r) พบว่า เชื้อราที่บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส มีความสัมพันธ์โดยตรงกับความชื้นสัมพัทธ์ในระดับปานกลาง ขณะที่เชื้อราที่บ่มที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส มีความสัมพันธ์โดยตรงกับความชื้นสัมพัทธ์ในระดับต่ำ (ตารางที่ 4.25)

(2) ระบบระบายอากาศแบบปรับอากาศ

ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นสัมพัทธ์ กับปริมาณเชื้อราในฤดูแล้งของระบบระบายอากาศแบบธรรมชาติ โดยหาค่าสหสัมพันธ์ (Correlation, r) พบว่า เชื้อราที่บ่มที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส มีความสัมพันธ์โดยตรงกับความชื้นสัมพัทธ์ในระดับปานกลาง ขณะที่เชื้อราที่บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส มีความสัมพันธ์โดยตรงกับความชื้นสัมพัทธ์ในระดับต่ำ (ตารางที่ 4.25)

2) ฤดูฝน

(1) ระบบระบายอากาศแบบธรรมชาติ

ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นสัมพัทธ์ กับปริมาณเชื้อราในฤดูฝนของระบบระบายอากาศแบบธรรมชาติ โดยหาค่าสหสัมพันธ์ (Correlation, r) พบว่า เชื้อราที่บ่มที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส มีความสัมพันธ์โดยตรงกับความชื้นสัมพัทธ์ในระดับปานกลาง ขณะที่เชื้อราที่บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส มีความสัมพันธ์โดยตรงกับความชื้นสัมพัทธ์ในระดับต่ำ (ตารางที่ 4.25)

(2) ระบบระบายอากาศแบบปรับอากาศ

ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นสัมพัทธ์ กับปริมาณเชื้อราในฤดูฝนของระบบระบายอากาศแบบธรรมชาติ โดยหาค่าสหสัมพันธ์ (Correlation, r) พบว่า เชื้อราที่บ่มที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส มีความสัมพันธ์โดยตรงกับความชื้นสัมพัทธ์ในระดับปานกลาง ขณะที่เชื้อราที่บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส มีความสัมพันธ์แบบผกผันกับความชื้นสัมพัทธ์ในระดับต่ำ (ตารางที่ 4.25)

ตารางที่ 4.25 ค่าความสัมพันธ์ระหว่างเชื้อรากับความชื้นสัมพัทธ์จำแนกตามระบบระบายอากาศ

ชนิดเชื้อรา	**ค่าความสัมพันธ์ (r)**			
	แบบธรรมชาติ		แบบปรับอากาศ	
	แล้ง	ฝน	แล้ง	ฝน
บ่มที่ 25^{O}C	0.10	0.42	0.34	0.52
บ่มที่ 37^{O}C	0.63	0.04	0.02	-0.02

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5

สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

การศึกษาการกระจายตัวของฝุ่นและเชื้อราบริเวณโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ มีวัตถุประสงค์เพื่อเพื่อศึกษาสภาพแวดล้อมด้านกายภาพที่มีผลต่อการกระจายของฝุ่นและเชื้อราอันประกอบด้วย การศึกษาการระบายอากาศ การศึกษาความเข้มข้นฝุ่น และการศึกษาชนิดและปริมาณเชื้อในพื้นที่ศึกษา ซึ่งประกอบไปด้วย แผนกฉุกเฉิน แผนกผู้ป่วยใน แผนกผู้ป่วยนอก แผนกห้องปฏิบัติการและแผนกบริหารทั่วไป จากนั้นจึงนำผลการศึกษาดังกล่าวมาหาความสัมพันธ์

สำหรับวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณเชื้อราที่ปนเปื้อนในอากาศและฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนและฝุ่นขนาดเล็กที่มีผลต่อทางเดินหายใจนั้นไม่สามารถสรุปได้ เนื่องจากไม่พบปริมาณเชื้อราทั้งในฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนและฝุ่นขนาดเล็ก

5.1 การระบายอากาศในโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์

พื้นที่ศึกษา มีระบบระบายอากาศ 3 แบบ คือ ระบบระบายอากาศแบบธรรมชาติ (แผนกฉุกเฉินและแผนกผู้ป่วยใน) ระบบระบายอากาศแบบปรับอากาศรวม (แผนกผู้ป่วยนอก) และระบบระบายอากาศแบบปรับอากาศแยก (แผนกห้องปฏิบัติการและแผนกบริการทั่วไป)

การศึกษาอัตราการระบายอากาศ (air change per hour, ACH) เปรียบเทียบกับข้อแนะนำของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ร่วมกับสมาคมวิศวกรรมปรับอากาศแห่งประเทศไทย (ว.ส.ท.) และ American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE) พบว่า กลุ่มตัวอย่างทั้ง 5 แผนก มีปริมาตรการหมุนเวียนอากาศภายในห้องต่ำกว่าข้อแนะนำดังกล่าวข้างต้น โดยพบว่า แผนกผู้ป่วยในมีการระบายอากาศดีที่สุด (4.00 ต่อชั่วโมง) รองลงมาคือ แผนกฉุกเฉิน (2.14 ต่อชั่วโมง) แผนกห้องปฏิบัติการ(1.82 ต่อชั่วโมง) แผนกผู้ป่วยนอก (1.66 ต่อชั่วโมง) และแผนกบริหารทั่วไป (0.87 ต่อชั่วโมง) ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาการระบายอากาศจำแนกตามระบบระบายอากาศพบว่า ระบบระบายอากาศแบบธรรมชาติมีอัตราการระบายอากาศสูงสุด รองลงมาคือระบบระบายอากาศแบบปรับอากาศรวม และระบบระบายอากาศแบบปรับอากาศแยก ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบกับผลการศึกษาของ พวงเพชร วุฒิคุณาภรณ์ (2548) ที่ศึกษาอัตราการระบายอากาศบริเวณโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ในพื้นที่ศึกษาเดียวกัน ได้แก่ แผนกฉุกเฉิน แผนกผู้ป่วยใน แผนกผู้ป่วยนอกและแผนกห้องปฏิบัติการ (ไม่ได้ทำการศึกษาในแผนกบริหารทั่วไป) พบว่า ผลการศึกษามี

ความสอดคล้องกัน คือ แผนกที่มีอัตราการระบายอากาศสูงสุดคือ แผนกผู้ป่วยใน (4.88 ต่อชั่วโมง) รองลงมาคือ แผนกฉุกเฉิน (3.85 ต่อชั่วโมง) แผนกผู้ป่วยนอก (3.30 ต่อชั่วโมง) และ แผนกห้องปฏิบัติการ (3.00 ต่อชั่วโมง) ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่าแผนกที่มีระบบระบายอากาศแบบธรรมชาติมีอัตราการระบายอากาศสูงสุด (แผนกฉุกเฉินและแผนกผู้ป่วยใน) รองลงมาคือ แผนกที่มีระบบระบายอากาศแบบปรับอากาศรวม (แผนกผู้ป่วยนอก) และแผนกที่มีระบบระบายอากาศแบบปรับอากาศแยก (แผนกห้องปฏิบัติการ) ตามลำดับ

5.2 ความเข้มข้นฝุ่นในโรงพยาบาลจุฬาลงณ์

การศึกษาความเข้มข้นฝุ่นเฉลี่ยบริเวณโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ พบว่าความเข้มข้นของฝุ่นขนาดไม่เกิน 15 ไมครอน ขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน และขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอนในบรรยากาศ ต่ำกว่าค่ามาตรฐานของประเทศไทยและสหรัฐอเมริกา

สำหรับการกระจายตัวของฝุ่นจำแนกตามแผนก พบว่า ความเข้มข้นเฉลี่ยของฝุ่นทั้ง 3 ขนาด มีแนวโน้มเดียวกัน คือ มีค่าสูงสุดที่ แผนกฉุกเฉิน รองลงมาคือ แผนกผู้ป่วยใน แผนกบริหารทั่วไป แผนกห้องปฏิบัติการและแผนกผู้ป่วยนอกตามลำดับ สอดคล้องกับลักษณะระบบระบายอากาศ คือ แผนกฉุกเฉินและแผนกผู้ป่วยใน เป็นแผนกที่มีระบบระบายอากาศแบบธรรมชาติ ซึ่งได้รับอิทธิพลจากอากาศภายนอก โดยเฉพาะแผนกฉุกเฉินที่อยู่ติดกับถนนราชดำริจึงมีโอกาสได้รับฝุ่นที่เกิดจากการจราจรได้ ส่วนแผนกบริหารทั่วไป แผนกห้องปฏิบัติการนั้นเป็นระบบระบายอากาศแบบปรับอากาศแยก ขณะที่แผนกผู้ป่วยนอกนั้นเป็นระบบระบายอากาศแบบปรับอากาศรวม ซึ่งแทบจะไม่ได้รับอิทธิพลจากอากาศภายนอก ฝุ่นที่เกิดขึ้นจึงเกิดจากกิจกรรมภายในแผนกนั้นๆ

สำหรับการศึกษาการกระจายตัวของฝุ่นจำแนกตามฤดูกาล พบว่า ช่วงฤดูแล้งมีความเข้มข้นฝุ่นสูงกว่าในช่วงฤดูฝน สอดคล้องกับข้อมูลตรวจวัดของสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ กรมควบคุมมลพิษ ซึ่งเป็นสถานีตรวจวัดที่ใกล้ที่สุด ดังนั้น ฤดูกาลจึงมีผลต่อระดับความเข้มข้นของฝุ่นภายในอาคาร

สำหรับการศึกษาการกระจายตัวของฝุ่นรายชั่วโมง พบว่า ระดับความเข้มข้นของฝุ่นขึ้นกับกิจกรรมภายในแผนก และระบบระบายอากาศ โดยที่แผนกฉุกเฉินและแผนกผู้ป่วยนอกซึ่งมีระบบการระบายแบบธรรมชาติจะได้รับอิทธิพลทั้งจากกิจกรรมภายในแผนกและจากอากาศภายนอกทำให้ระดับความเข้มข้นฝุ่นรายชั่วโมงค่อนข้างแปรปรวน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงฤดูแล้งที่จะทำให้ความเข้มข้นฝุ่นอยู่ในระดับสูงกว่าฤดูฝน

ส่วนแผนกที่มีระบบระบายอากาศแบบปรับอากาศแยก ได้แก่ แผนกบริหารทั่วไปและแผนกปฏิบัติการ และแผนกที่มีระบบระบายอากาศแบบปรับอากาศรวมได้แก่แผนกผู้ป่วยใน ระดับความ

เข้มข้นฝุ่นจะขึ้นกับกิจกรรมภายในแผนก คือ ช่วงที่มีเจ้าหน้าที่ แพทย์ พยาบาลหรือผู้ป่วย ทำการรักษาพยาบาลหรือปฏิบัติหน้าที่ จะมีระดับความเข้มข้นฝุ่นเฉลี่ยรายชั่วโมงสูง ได้แก่ช่วงเช้าและช่วงบ่าย ขณะที่ช่วงเวลากลางวันซึ่งเป็นเวลาที่ไม่มีกิจกรรมนั้นจะมีระดับความเข้มข้นฝุ่นต่ำ

เมื่อเทียบกับการศึกษาของ Li และ Hou (2002) และ Streifel และคณะ (1989) พบว่าสอดคล้องกัน คือ ระดับความเข้มขนของฝุ่นขึ้นกับกิจกรรมและอัตราการระบายอากาศ นอกจากนี้ยังรวมถึงประสิทธิภาพการกรองอากาศด้วย

5.3 ชนิดและปริมาณเชื้อราในโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์

การศึกษาชนิดของเชื้อราในโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ จากสถานที่เก็บตัวอย่าง 5 แผนก พบเชื้อรา 6 ชนิด ได้แก่ *Aspergillus* sp. *Penicillium* sp. ราดำ (*Alternaria* sp. และ *Curvularia* sp.) *A. fumigatus Fusarium* sp. และ *Rhizopus* sp.

การศึกษาชนิดของเชื้อราในโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ จากสถานที่เก็บตัวอย่าง 5 แผนก พบว่าเชื้อ *Penicillium* sp. มีปริมาณ colonies forming unit per cubic meters (CFU-m^{-3}) เฉลี่ยมากที่สุด รองลงมาคือ เชื้อ *Aspergillus* sp. ราดำ เชื้อ *A. fumigatus* เชื้อ *Fusarium* sp. และ *Rhizopus* sp. ตามลำดับ

จากการศึกษาชนิดของเชื้อราพบว่า เชื้อราที่พบจัดอยู่ในกลุ่ม ราปนเปื้อน (Contaminant fungi) พบทั่วไปในสิ่งแวดล้อม และอาจปนเปื้อนเข้าไปในตัวอย่างที่เก็บมา หรืออาจปนเปื้อนในระหว่างการเพาะเชื้อในห้องปฏิบัติการซึ่งมักจะเป็นปัญหาในการแยกเชื้อหาสาเหตุที่แท้จริงของโรค

เมื่อเปรียบเทียบกับผลการศึกษาการประเมินคุณภาพอากาศในอาคารสำนักงานที่มีปัญหาระบบระบายอากาศ ของฝ่ายพัฒนาอนามัยสิ่งแวดล้อมชุมชนและเมือง สำนักอนามัยสิ่งแวดล้อม กรมอนามัย (2545) พบว่ามีความสอดคล้องกัน คือ เชื้อราที่พบมากได้แก่ เชื้อ *Penicillium* sp. เชื้อ *Aspergillus* sp. ซึ่งเป็นราที่สามารถพบได้ในสภาพแวดล้อมทั่วไป

นอกจากนี้เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาของ Bouza และคณะ (2002) ที่ศึกษาเชื้อราในอากาศภายในและภายนอกอาคารของโรงพยาบาล พบว่า มีความสอดคล้องกันทั้งชนิดและปริมาณเชื้อราที่พบ คือพบเชื้อ *Penicillium* sp. มากที่สุด (8.7%) รองลงมาคือ เชื้อ *Aspergillus* sp. (5.5%) เชื้อ *Mucor* sp. (4.7%) เชื้อราดำ กลุ่ม *Alternaria* sp. (2.2%) และ เชื้อ *Fusarium* sp. (0.4%) ตามลำดับ โดยที่เหลือเป็นเชื้อราชนิดอื่นๆ (67.5%)

5.4 ปริมาณเชื้อ *Mycobacterium* sp.

การศึกษาปริมาณเชื้อ *Mycobacterium* sp.ในโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ จากสถานที่เก็บตัวอย่าง 5 แผนก ด้วยวิธีเพาะเชื้อ (Culture) และวิธี Real time PCR ไม่พบเชื้อ *M. Tuberculosis*

การเพาะเชื้อ *Mycobacterium* sp. จากสิ่งตรวจโดยในอาหารเหลว จะให้ผลดีกว่าอาหารแข็งทั้งในแง่อัตราการพบเชื้อ และระยะเวลาที่ใช้ Centers for Disease Control and Prevention (CDC) ของสหรัฐอเมริกากำหนดมาตรฐานการเพาะแยกเชื้อว่า ควรใช้อาหารทั้ง 2 ชนิด โดยใช้อาหารแข็ง 2 หลอด และอาหารชนิดเหลว 1 ชนิด

การตรวจวิเคราะห์เชื้อสกุล*มัยโคแบคทีเรียม* (*Mycobacterium*sp.) ด้วยวิธีเพาะเชื้อ และวิธี RT-PCR ไม่พบเชื้อ สอดคล้องกับข้อสรุปของ ไชยวัฒน์ อึ้งเศรษฐพันธ์และเกียรติ รักษ์รุ่งธรรม (2541) และ นิพนธ์ อุดมสันติสุข (2542) คือมีความเป็นไปได้ที่จะไม่พบเชื้อสกุล*มัยโคแบคทีเรียม* แต่ไม่ได้หมายความว่าไม่มีเชื้อ เพราะว่าเชื้อสกุล*มัยโคแบคทีเรียม* อาจมีปริมาณน้อยเกินกว่าที่วิธีการ RT-PCR จะตรวจพบ

5.5 ความสัมพันธ์ระหว่างฝุ่นและปัจจัยทางกายภาพ

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างฝุ่นและเชื้อราในโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ จากสถานที่เก็บตัวอย่าง 5 แผนก พบว่า ความสัมพันธ์ของฝุ่นกับเชื้อราที่บ่มที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ในฤดูแล้ง มีค่าสูงสุดที่แผนกห้องปฏิบัติการ รองลงมาคือ แผนกบริหารทั่วไป แผนกฉุกเฉิน และแผนกผู้ป่วยใน ตามลำดับ ส่วนแผนกผู้ป่วยนอกมีค่าความสัมพันธ์เป็นลบซึ่งเป็นไปในทิศทางตรงกันข้าม

ความสัมพันธ์ของฝุ่นกับเชื้อราที่บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส ในฤดูแล้ง มีค่าสูงสุดที่แผนกห้องปฏิบัติการ รองลงมาคือแผนกฉุกเฉิน แผนกผู้ป่วยใน และแผนกบริหารทั่วไป ตามลำดับ ส่วนและแผนกผู้ป่วยนอกมีค่าความสัมพันธ์เป็นลบซึ่งเป็นไปในทิศทางตรงกันข้ามกล่าวคือ เมื่อความเข้มข้นฝุ่นสูงขึ้นแต่ปริมาณเชื้อรามีค่าต่ำลง

ความสัมพันธ์ของฝุ่นกับเชื้อราที่บ่มที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ในฤดูฝน มีค่าสูงสุดที่แผนกบริหารทั่วไป รองลงมาคือแผนกห้องปฏิบัติการ แผนกผู้ป่วยใน แผนกผู้ป่วยนอก และแผนกฉุกเฉิน ตามลำดับ

ความสัมพันธ์ของฝุ่นกับเชื้อราที่บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส ในฤดูฝน พบว่าความสัมพันธ์เป็นลบซึ่งเป็นไปในทิศทางตรงกันข้าม กล่าวคือ เมื่อความเข้มข้นฝุ่นต่ำลงแต่ปริมาณเชื้อรามีค่าสูงขึ้น โดยมีค่าสูงสุดที่แผนกแผนกผู้ป่วยใน รองลงมาคือแผนกบริหารทั่วไป ห้องปฏิบัติการ และแผนกผู้ป่วย

นอกตามลำดับ ส่วนแผนกฉุกเฉินมีค่าความสัมพันธ์เป็นบวกซึ่งเป็นไปในทิศทางเดียวกันแต่มีค่าความสัมพันธ์ต่ำมาก

5.2 ข้อเสนอแนะ

1) ควรจะมีการศึกษาระบบการระบายอากาศในโรงพยาบาลขนาดต่างๆ ควบคู่กับการเพาะเชื้อแบคทีเรีย เพื่อทำให้ทราบถึงคุณภาพสิ่งแวดล้อมในแผนกต่างๆ ที่มีการใช้ระบบการระบายอากาศในโรงพยาบาลอื่นๆ ได้ชัดเจนยิ่งขึ้น เป็นแนวทางในการพัฒนามาตรการป้องกันการติดเชื้อในโรงพยาบาล

2) ควรทำการศึกษาเชื้อวัณโรค (*M. tuberculosis*) ด้วยวิธีการเก็บตัวอย่างโดยตรงจากการหายใจหองผู้ป่วย

3) ควรทำการศึกษาอัตราการติดเชื้อวัณโรคในบุคลากรเป็นตัวชี้วัดความเสี่ยงควบคู่ไปกับการศึกษาปริมาณเชื้อราในสถานที่ทำงานของบุคลากรแพทย์

4) แผนกที่มีการระบายอากาศแบบธรรมชาติที่ไม่ผ่านเกณฑ์ข้อแนะนำของ ว.ส.ท. และ ASHRAE กรณีผู้ป่วยทั่วไปควรเพิ่มช่องลมให้อากาศสามารถถ่ายเทอากาศได้สะดวก สำหรับกรณีผู้ป่วยวัณโรค ควรแยกเป็นห้องแยกโดยเฉพาะ

5) แผนกที่มีระบบปรับอากาศแบบทั้งแบบรวมและแบบแยกที่ไม่ผ่านเกณฑ์ข้อแนะนำของ ว.ส.ท. และ ASHRAE ควรได้รับ การตรวจสอบประสิทธิภาพการทำงาน รวมทั้งติดตั้งพัดลมดูดอากาศเพื่อให้อากาศระบายได้มากขึ้น และควรติดตั้งอุปกรณ์ฆ่าเชื้อเช่น แสงอัลตราไวโอเลตฆ่าเชื้อหรือแผ่นกรองประสิทธิภาพสูงในแผนกที่เสี่ยงสูง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กนกรัตน์ ศิริพานิชกร. วัณโรค. โรคติดเชื้อ, 143. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยมหิดล, 2537.

กลุ่มวิจัยวัณโรค คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. วัณโรคในบุคลากรทางการแพทย์. พิมพ์ครั้งที่ 2. ขอนแก่น: โรงพิมพ์คลังนานาวิทยา, 2543.

เกชา ธีระโกเมน. ความรู้เบื้องต้นวิศวกรรมงานระบบ.[ออนไลน์]. 2548. แหล่งที่มา: http://www.thaihvac.com/knowledge/fundermental/fundermental1.html [20 เมษายน 2549]

ควบคุม, กรม. สถานการณ์และการจัดการปัญหามลพิษทางอากาศและเสียง ปี 2547. กรุงเทพมหานคร: กรมควบคุมมลพิษ, 2548.

ชัชวาล จันทรวิจิตร. กลุ่มอาการอาคารป่วย. ตำราอาชีวเวชศาสตร์, หน้า 219-231. กรุงเทพมหานคร: เจ เอส เค การพิมพ์, 2542.

ไชยวัฒน์ อึ้งเศรษฐพันธ์และ เกียรติ รักษ์รุ่งธรรม. วัณโรคและการติดเชื้อ HIV, เกียรติ รักษ์รุ่งธรรม, ประมวลและสังเคราะห์องค์ความรู้เอดส์ : การวิจัยทางคลินิก, 57-58. นนทบุรี: หน่วยโรคภูมิแพ้และภูมิคุ้มกันทางคลินิก คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2541.

ทรงศักดิ์ รวิรังสรรค์. ข้อกำหนดและกฎหมายในการออกแบบอาคาร. กรุงเทพมหานคร: เอช. เอ็น. กรุ๊ป, 2543.

นงนุช วณิตย์ธนาคม. วิทยาเชื้อราทางการแพทย์. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2540.

นพภาพร พานิชและแสงสันติ์ พานิช. แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ด้านคุณภาพอากาศ. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2544.

นรินทร์ หิรัญสุทธิกุล. บุคลากรทางการแพทย์กับการสัมผัสเลือดและ/หรือสิ่งคัดหลั่งของผู้ป่วย: ความเสี่ยงและการป้องกันการติดเชื้อไวรัสตับอักเสบบี ไวรัสตับอักเสบซีและไวรัสเอชไอวี. จุฬาลงกรณ์เวชสาร 40 (2538): 73-83.

นิพนธ์ อุดมสันติสุข. การตรวจเชื้อวัณโรคในห้องปฏิบัติการ. ความก้าวหน้าในการวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการ, 26-43. กรุงเทพมหานคร: (ม.ป.ท.), 2542.

บัญญัติ สุขศรีงาม. จุลชีววิทยาทั่วไป. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, (ม.ป.ป.).

พรรณกร อิ่มวิทยา. เชื้อราก่อโรคในคน. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล, 2535.

พิพัฒน์ ลักษมีจรัลกุล. โรคติดเชื้อที่เกี่ยวข้องกับการทำงานในโรงพยาบาล : ความเสี่ยงและการป้องกันแบบครอบจักรวาล. โรคติดเชื้อที่เกี่ยวข้องกับการทำงาน, 59-73. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาชีววิทยา คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล, 2537.

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช สาขาวิทยาศาสตร์สุขภาพ. การฝึกปฏิบัติงานอาชีวอนามัย ความปลอดภัย และเออร์กอนอมิคส์เรื่องความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการตรวจการทำงานของระบบระบายอากาศ หน่วยที่ 1-8. พิมพ์ครั้งที่ 1. นนทบุรี: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ; 2532 ; 420-25.

ลีรา กิตติกูล. โรคติดเชื้อในโรงพยาบาล. โรคติดเชื้อ. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล, 2537.

วงศ์พันธ์ ลิมปเสนีย์, นิตยา มหาผล และธีระ เกรอต. มลภาวะอากาศ. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2543.

วิโรจน์ เจียมจรัสรังษี. ระบาดวิทยาของวัณโรคจากการประกอบอาชีพในบุคลากรด้านการแพทย์. จุฬาลงกรณ์เวชสาร 47 (2546): 353-367

วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์. ข้อแนะนำเฉพาะกาลสำหรับการออกแบบและติดตั้งระบบปรับอากาศและระบายอากาศของสถานพยาบาล [ออนไลน์]. 2547. แหล่งที่มา: http://www.acat.or.th/download/acat_or_th/healthcare_20041026_final.pdf [20 เมษายน 2549]

สมาคมปราบวัณโรคแห่งประเทศไทย. วัณโรค. พิมพ์ครั้งที่4. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย: 2542 ; 630.

สมชัย บวรกิตติ. อากาศพิษในอาคาร. เวชศาสตร์สิ่งแวดล้อม. กรุงเทพมหานคร: เรือนแก้วการพิมพ์, 2539.

สมหวัง ด่านวิจิตร. โรคติดเชื้อในโรงพยาบาล. ประสบการณ์ด้านการติดเชื้อในประเทศไทย. กรุงเทพมหานคร: สมาคมโรคติดเชื้อแห่งประเทศไทย, 2537

สำนักจัดการคุณภาพอากาศและเสียง. ข้อมูลคุณภาพอากาศปี 2548 สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ [Computer file]. กรมควบคุมมลพิษ, 2549.

สำนักอนามัยสิ่งแวดล้อม กรมอนามัย. กรณีการประเมินคุณภาพอากาศในอาคารสำนักงานที่มีปัญหาการระบายอากาศ [ออนไลน์]. 2545. แหล่งที่มา: http://www.thaisafety.net/images/1098914122/B9.pdf [8 พฤษภาคม 2549]

อะเคื้อ อุณหเลขกะ. การป้องกันการติดเชื้อในโรงพยาบาล. กรุงเทพมหานคร: เจ. ซี. ซี. การพิมพ์, 2541.

ภาษาอังกฤษ

American Standards and Test Material Committee. Standard test method for determining air change in a single zone by means of a tracer gas dilution. Annual Book of ASTM Standard. Washington, DC 1995: 707-18.

Bouza, E., PelaÂez, T., PeÂrez-Molina, J., MarõÂn, M., AlcalaÂ, L., Padilla, B., et al. Demolition of a hospital building by controlled explosion: the impact on filamentous fungal load in internal and external air. Journal of Hospital Infection 52(2002): 23-242.

Do, A.N. et al. Increased risk of Mycobacterium tuberculosis infection related to the occupational exposures of health care workers in Chiang Rai, Thailand**.** Int. J. Tuberc. Lung Dis. 3 (May 1999): 377-381.

Herwaldt, L.A., Pottinger, J.M., Carter, C.D., Barr, B.A., and Miller, E.D. Exposure workups. Infect Control Hosp. Epidemiol 18 (1997): 850-871.

Kassim, S., Zuber, P., Wiktor, S.Z., et al. Tuberculin skin testing to assess the occupational risk of Mycobacterium tuberculosis infection among health care workers in Abidjan, Cote d'Ivoire. Int. J. Tuberc. Lung Dis**.** 4 (2000): 321-326.

Li, C.S., and Hou, P.A. Bioaerosol characteristics in hospital clean rooms. The Science of The Total Environment 305 (2003): 169-176

Menzies, D., Fanning, A., Yuan, L., and FitzGerald, M. Hospital ventilation and risk for tuberculosis infection in Canadian health care workers. Ann. Intern. Med**.** 133 (2000): 779-789.

Menzies R., Schwartzman, K., Loo, V., and Pasztor, J. Measuring ventilation of patient care areas in hospitals: description of a new protocol. Am. J. Respir. Crit. Care Med**.** 152 (1995): 1992-1999

Reponen, T., Willeke, K., Grinshpun, S., and Nevalainen, A. Biological Particle Sampling. In: Baron P.A. and Willeke, K(eds.), Aerosol measurement, pp. 750-777. New York: Wiley Interscience, 2001.

Roth, A., Schaberg T., Manch H. Molecular diagnosis of tuberculosis : current clinical validity and future perspective. Eur. Respir. J. 10(1997): 1877-1891.

Silva, V.M., Cunha, A.J., Oliveira, J.R., et al. Medical students at risk of nosocomial transmission of Mycobacterium tuberculosis. Int. J. Tuberc. Lung Dis**.** 4 (2000): 420-426.

Somoskövi, A., Hotaling, J.E., Fitzgerald, M., O'Donnell, D., Parsons, L.M., and Salfinger, M. Lessons From a Proficiency Testing Event for Acid-Fast Microscopy. Chest 120 (2001): 250-257

Streifel, A.J., Vesley, D., Rhame, F.S., Murray, B. Control of airborne fungal spores in a university hospital. Environ Int 15 (1989): 221-227.

Tan, L.H., Kamarulzaman, A., Liam, C.K., and Lee, T.C. Tuberculin skin testing among healthcare workers in the University of Malaya Medical Centre, Kuala Lumpur, Malaysia. Infect Control Hosp. Epidemiol 23 (2002): 584-590.

Yanai, H., Limpakarnjanarat, K., Uthaivoravit, W., Mastro, T.D., Mori, T, and Tappero, J.W. Risk of Mycobacterium tuberculosis infection and disease among health care workers, Chiang Rai, Thailand. Int. J. Tuberc. Lung Dis. 7 (2003): 36-45.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก

ข้อมูลตรวจวัดอัตราการระบายอากาศ

แผนกฉุกเฉิน

ตารางที่ ก-1 ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และอัตราระบายอากาศของแผนกฉุกเฉิน โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ วันที่ 12 ตุลาคม พ.ศ. 2548 เวลา 10.00-11.00 น.

เวลา (นาที)	ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (ppm)		
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
1	1838	2051	3209
2	996	1496	2023
3	1135	1343	1734
4	1078	1316	1563
5	963	1252	1560
6	1016	1179	1496
7	1063	1243	1483
8	1114	1158	1424
9	1009	1173	1381
10	1033	1123	1370
11	1056	1130	1316
12	1050	1062	1309
13	963		1299
14	931		1308
อัตราการระบายอากาศ (ต่อชั่วโมง)	1.16	2.47	2.80
อัตราการระบายอากาศเฉลี่ย (ต่อชั่วโมง)	**2.14**		

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนกผู้ป่วยใน

ตารางที่ ก-2 ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และอัตราระบายอากาศของ แผนกผู้ป่วยใน โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ วันที่ 12 ตุลาคม พ.ศ. 2548 เวลา 14.00-15.00 น.

เวลา (นาที)	**ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (ppm)**		
	ครั้งที่ 1	**ครั้งที่ 2**	**ครั้งที่ 3**
1	1864	1318	1992
2	922	763	1093
3	832	733	995
4	807	754	969
5	773	718	883
6	726	706	830
7		697	812
8		708	814
9		750	816
10		751	818
11		733	824
12		738	829
13		771	829
14		785	830
อัตราการระบายอากาศ (ต่อชั่วโมง)	9.04*	0.65	2.32
อัตราการระบายอากาศเฉลี่ย (ต่อชั่วโมง)	**4.00**		

หมายเหตุ : ห้องที่ตรวจวัดแผนกผู้ป่วยในมีระบบระบายอากาศแบบธรรมชาติจึงมีลมจากภายนอกห้องเข้ามาทำให้ค่าที่ตรงวัดได้มีความแปรปรวน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนกผู้ป่วยนอก

ตารางที่ ก-3 ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และอัตราระบายอากาศของ แผนกผู้ป่วยนอกโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ วันที่ 12 ตุลาคม พ.ศ. 2548 เวลา 12.00-13.00 น.

เวลา (นาที)	**ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (ppm)**		
	ครั้งที่ 1	**ครั้งที่ 2**	**ครั้งที่ 3**
1	2456	1919	1863
2	1796	1653	1546
3	1678	1558	1475
4	1637	1510	1492
5	1656	1486	1428
6	1610	1450	1415
7	1593	1461	1400
8	1577	1514	
9	1573	1527	
10	1592		
11	1761		
อัตราการระบายอากาศ (ต่อชั่วโมง)	1.34	1.35	2.29
อัตราการระบายอากาศเฉลี่ย (ต่อชั่วโมง)	**1.66**		

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนกห้องปฏิบัติการ

ตารางที่ ก-4 ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และอัตราระบายอากาศของแผนกห้องปฏิบัติการ โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ วันที่ 11 ตุลาคม พ.ศ. 2548 เวลา 10.00-11.00 น.

เวลา (นาที)	**ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (ppm)**	
	ครั้งที่ 1	**ครั้งที่ 2**
1	1974	1493
2	1283	1311
3	1231	1286
4	1148	1254
5	1114	1190
6	1093	1132
7	1058	1097
8	1028	1060
9	1006	1018
10	988	987
11	978	959
12	954	956
13	951	924
อัตราการระบายอากาศ (ต่อชั่วโมง)	1.41	2.22
อัตราการระบายอากาศเฉลี่ย (ต่อชั่วโมง)	**1.82**	

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แผนกบริหารทั่วไป

ตารางที่ ก-5 ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และอัตราระบายอากาศของแผนกบริหารทั่วไป โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ วันที่ 11 ตุลาคม พ.ศ. 2548 เวลา 12.00-13.00 น.

เวลา (นาที)	**ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (ppm)**	
	ครั้งที่ 1	**ครั้งที่ 2**
1	2229	2603
2	1560	1675
3	1427	1617
4	1420	1632
5	1381	1601
6	1379	1611
7	1366	1540
8	1359	1610
9	1352	1553
10	1414	1629
11	1336	1508
12	1337	1493
13	1328	1490
14	1322	1493
15	1320	1480
อัตราการระบายอากาศ (ต่อชั่วโมง)	0.67	1.07
อัตราการระบายอากาศเฉลี่ย (ต่อชั่วโมง)	**0.87**	

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กฎกระทรวงฉบับที่ 39 (พ.ศ. 2537) ออกความตามใน พระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522

หมวดที่ 3 ระบบการจัดแสงสว่างและการระบายอากาศ

ข้อที่ 12 ระบบการระบายอากาศในอาคารจะจัดให้มีการระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติหรือโดยวิธีกลก็ได้

ข้อที่ 13 ในกรณีที่จัดให้มีการระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติ ห้องในอาคารทุกชนิดทุกประเภทต้องมีประตู หน้าต่าง หรือช่องระบายอากาศด้านติดกับอากาศภายนอกเป็นพื้นที่รวมกันไม่น้อยกว่าร้อยละสิบของพื้นที่ของห้องนั้น ทั้งนี้ไม่นับรวมพื้นที่ของประตู หน้าต่าง และช่องระบายอากาศที่ติดต่อกับห้องอื่นหรือช่องทางเดินภายในอาคาร

ความในวรรคหนึ่งมิให้ใช้บังคับแก่อาคารหรือสถานที่ที่ใช้เก็บของหรือสินค้า

ข้อที่ 14 ในกรณีที่ไม่อาจจัดให้มีการระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติตามข้อที่ 13 ได้ ให้จัดให้มีการระบายอากาศโดยวิธีกล ซึ่งใช้อุปกรณ์ขับเคลื่อนอากาศ กลอุปกรณ์นี้ต้องทำงานตลอดเวลาระหว่างที่ใช้สอยพื้นที่นั้น และการระบายอากาศต้องมีการนำอากาศภายนอกเข้ามาในพื้นที่ไม่น้อยกว่าอัตราที่กำหนดไว้ในตารางที่ ก-2

สำหรับห้องครัวของสถานที่จำหน่ายอาหารและเครื่องดื่ม ถ้าได้จัดให้มีการระบายอากาศครอบคลุมแหล่งที่เกิดของคลื่น ควัน หรือก๊าซ ที่ต้องการระบายในขนาดที่เหมาะสมแล้ว จะมีอัตราการระบายอากาศในส่วนอื่นของห้องครัวนั้นน้อยกว่าที่กำหนดไว้ในตารางตามวรรคหนึ่งก็ได้ แต่ต้องไม่น้อยกว่า 12 เท่าของปริมาตรของห้องใน 1 ชั่วโมง

สถานที่อื่นมิได้ระบุไว้ในตารางตามวรรคหนึ่ง ให้ใช้อัตราการระบายอากาศของสถานที่ที่มีลักษณะใกล้เคียงกับอัตราที่กำหนดไว้ในตารางดังกล่าว

ข้อที่ 15 ในกรณีที่จัดให้มีการระบายอากาศด้วยระบบการปรับภาวะอากาศ ต้องมีการนำอากาศภายนอกเข้ามาในพื้นที่ปรับภาวะอากาศออกไปไม่น้อยกว่าอัตราที่กำหนดไว้ในตารางที่ ก-3

สถานที่อื่นที่มิได้ระบุไว้ในตารางตามวรรคหนึ่ง ให้ใช้อัตราการระบายอากาศของสถานที่ที่มีลักษณะใกล้เคียงกับอัตราที่กำหนดไว้ในตารางดังกล่าว

ข้อที่ 16 ตำแหน่งของช่องนำอากาศภายนอกเข้าโดยวิธีกล ต้องห่างจากที่เกิดอากาศเสียและช่องระบายอากาศทิ้งไม่น้อยกว่า 5.00 เมตร และสูงจากพื้นดินไม่น้อยกว่า 1.50 เมตร

การนำอากาศภายนอเข้าและการระบายอากาศทิ้งโดยวิธีกล ต้องไม่ก่อให้เกิดความเดือนร้อนรำคาญแก่ประชาชนผู้อยู่อาศัยใกล้เคียง

ตารางที่ ก-6 อัตราการระบายอากาศโดยวิธีกล

ลำดับ	สถานที่ (ประเภทการใช้)	อัตราการระบายอากาศไม่น้อยกว่าจำนวนเท่าของปริมาณห้องใน 1 ชั่วโมง
1	ห้องน้ำและห้องส้วมของที่พักอาศัยหรือสำนักงาน	2
2	ห้องน้ำและห้องส้วมของอาคารสาธารณะ	4
3	ที่จอดรถที่อยู่ต่ำกว่าระดับพื้นดิน	4
4	โรงงาน	4
5	โรงมหรสพ	4
6	อาคารพาณิชย์	4
7	ห้างสรรพสินค้า	4
8	สถานที่จำหน่ายอาคารและเครื่องดื่ม	7
9	สำนักงาน	7
10	ห้องพักในโรงแรมหรืออาคารชุด	7
11	ห้องครัวของที่พักอาศัย	12
12	ห้องครัวของสถานที่จำหน่ายอาหารและเครื่องดื่ม	24

ที่มา: ทรงศักดิ์ รวิรังสรรค์, 2543

ตารางที่ ก-7 อัตราการระบายอากาศในกรณีที่มีระบบการปรับภาวะอากาศ

ลำดับ	สถานที่ (ประเภทการใช้)	ลูกบาศก์เมตร / ชั่วโมง / ตารางเมตร
1	ห้างสรรพสินค้า (ทางเดินชมสินค้า)	2
2	โรงงาน	2
3	สำนักงาน	2
4	สถานอาบ อบ นวด	2
5	สถานที่สำหรับติดต่อธุรกิจในธนาคาร	2
6	ห้องพักในโรงแรมหรือห้องชุด	2
7	ห้องปฏิบัติการ	2
8	ร้านตัดผม	3
9	สถานกีฬาในร่ม	4
10	โรงมหรสพ (บริเวณที่นั่งสำหรับคนดู)	4
11	ห้องเรียน	4
12	สถานบริหารร่างกาย	5

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก-7 (ต่อ) อัตราการระบายอากาศในกรณีที่มีระบบการปรับภาวะอากาศ

ลำดับ	สถานที่ (ประเภทการใช้)	ลูกบาศก์เมตร / ชั่วโมง / ตารางเมตร
13	ร้านเสริมสวย	5
14	ห้องประชุม	6
15	ห้องน้ำและห้องส้วม	10
16	สถานที่จำหน่ายอาหารและเครื่องดื่ม (ห้องรับประทานอาหาร)	10
17	ไนต์คลับ บาร์ หรือสถานลีลาศ	10
18	ห้องครัว	30
19	สถานพยาบาล	
	❑ ห้องคนไข้	2
	❑ ห้องผ่าตัดและห้องคลอด	8
	❑ ห้องช่วยชีวิตฉุกเฉิน	5
	❑ ห้องไอซียูและห้องซีซียู	5

ที่มา: ทรงศักดิ์, 2543

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข
ข้อมูลตรวจวัดความเข้มข้นฝุ่น

ความเข้มข้นฝุ่นรายเดือนจำแนกตามแผนก

1) แผนกฉุกเฉิน

ศึกษาความเข้มข้นฝุ่นทั้ง 3 ขนาดของแผนกฉุกเฉิน พบว่า (ตารางที่ ข-1)

(1) ฝุ่นขนาดไม่เกิน 15 ไมครอน (PM_{15})

ฝุ่นขนาดไม่เกิน 15 ไมครอน มีความเข้มข้นสูงสุดในเดือนมกราคม มีค่า 113.50 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ขณะที่มีความเข้มข้นต่ำสุดในเดือนเมษายน มีค่า 7.62 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 39.15 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

(2) ฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM_{10})

ฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน มีความเข้มข้นสูงสุดในเดือนมกราคม มีค่า 77.02 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ขณะที่มีความเข้มข้นต่ำสุดในเดือนเมษายน มีค่า 6.70 ไมโครม ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 27.88 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

(3) ฝุ่นขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน ($PM_{2.5}$)

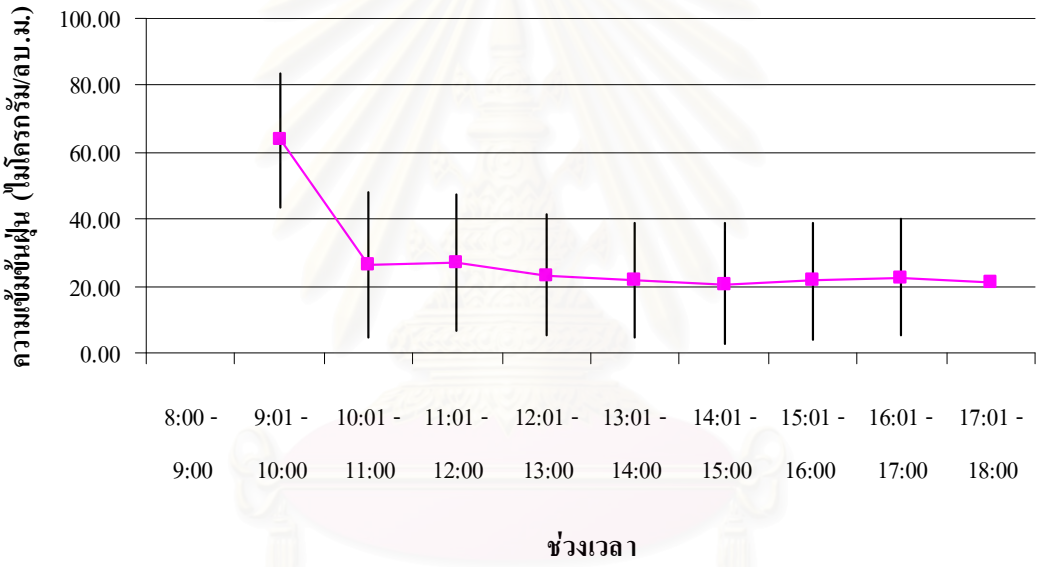
ฝุ่นขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน มีความเข้มข้นสูงสุดในเดือนมกราคม มีค่า 20.08 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ขณะที่มีความเข้มข้นต่ำสุดในเดือนเมษายน มีค่า 3.46 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.71 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พิจารณาความเข้มข้นฝุ่นเฉลี่ยรายชั่วโมง ภายในแผนกฉุกเฉิน ในแต่ละช่วงเวลา พบว่า ความเข้มข้นฝุ่นเฉลี่ยรายชั่วโมงของฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM_{10}) ในแผนกฉุกเฉินมีค่าสูงสุดที่ช่วงเวลา 9.00 น.-10.00 น. มีค่า 63.57 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และมีค่าต่ำสุดที่ช่วงเวลา ช่วง 14.00 น.-15.00 น. มีค่า 20.52 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (ภาพที่ ข-1)

ตารางที่ ข-1 ความเข้มข้นฝุ่นเฉลี่ยจำแนกรายเดือน แผนกฉุกเฉิน โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์

ฝุ่น ($\mu g/m^3$)	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	เฉลี่ย
PM_{15}	**113.50**	67.20	87.95	**7.62**	12.07	21.98	19.43	15.52	16.13	30.13	39.15
PM_{10}	**77.02**	41.46	60.12	**6.70**	10.49	17.42	15.43	12.98	12.76	24.42	27.88
$PM_{2.5}$	**20.08**	8.37	14.29	**3.46**	5.23	6.28	6.00	6.30	6.03	11.02	8.71



ภาพที่ ข-1 ฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน รายชั่วโมงเฉลี่ยของแผนกฉุกเฉินโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ ระหว่างช่วงเวลาที่ทำการเก็บตัวอย่าง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2) แผนกผู้ป่วยใน

ศึกษาความเข้มข้นฝุ่นทั้ง 3 ขนาด ของแผนกผู้ป่วยใน พบว่า (ตารางที่ ข-2)

(1) ฝุ่นขนาดไม่เกิน 15 ไมครอน (PM_{15})

ฝุ่นขนาดไม่เกิน 15 ไมครอน มีความเข้มข้นสูงสุดในเดือนมกราคม มีค่า 77.66 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ขณะที่มีความเข้มข้นต่ำสุดในเดือนพฤศจิกายน มีค่า 10.89 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 31.95 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

(2) ฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM_{10})

ฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน มีความเข้มข้นสูงสุดในเดือนมกราคม มีค่า 45.06 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ขณะที่มีความเข้มข้นต่ำสุดในเดือนพฤศจิกายน มีค่า 3.08 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 20.97 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

(3) ฝุ่นขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน ($PM_{2.5}$)

ฝุ่นขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน มีความเข้มข้นสูงสุดในเดือนมกราคม มีค่า 10.44 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ขณะที่มีความเข้มข้นต่ำสุดในเดือนพฤศจิกายน มีค่า 4.72 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.85 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

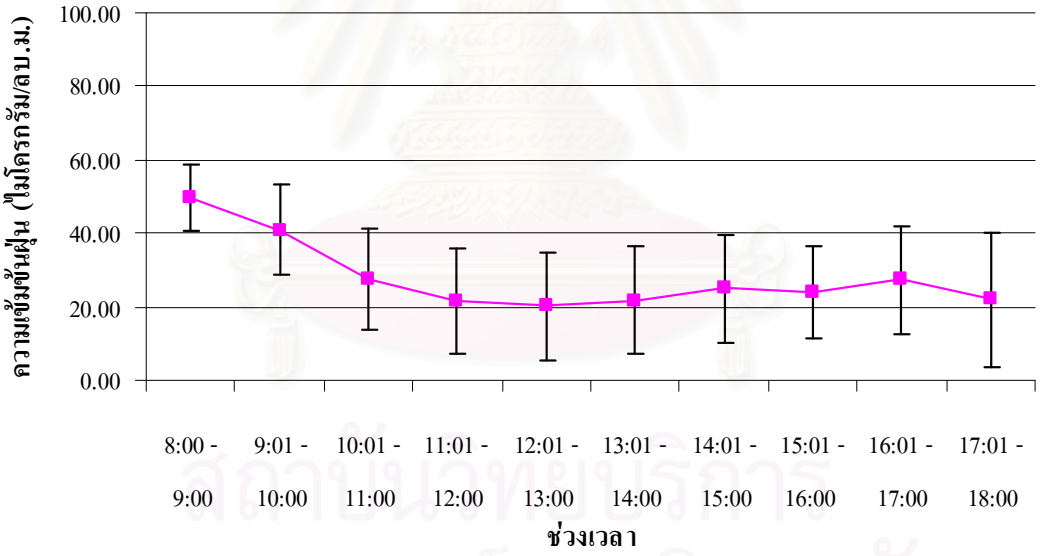
พิจารณาความเข้มข้นฝุ่นเฉลี่ยรายชั่วโมง ภายในแผนกผู้ป่วยใน แต่ละช่วงเวลา พบว่า ความเข้มข้นเฉลี่ยรายชั่วโมงของฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM_{10}) ในแผนกผู้ป่วยในมีค่าสูงสุดที่ช่วงเวลา 9.00 น.-10.00 น. มีค่า 40.90 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และมีค่าต่ำสุดที่ช่วงเวลา ช่วง 12.00 น.-13.00 น. มีค่า 10.31 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (ภาพที่ ข-2)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข-2 ความเข้มข้นฝุ่นเฉลี่ยจำแนกรายเดือน แผนกผู้ป่วยใน โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์

ฝุ่น ($\mu g/m^3$)	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	เฉลี่ย
PM_{15}	**77.66**	60.70	64.03	16.57	ND	11.87	15.21	16.12	**10.89**	14.53	31.95
PM_{10}	**45.06**	40.13	38.63	13.38	ND	10.21	12.18	13.31	**3.08**	12.78	20.97
$PM_{2.5}$	**10.44**	9.29	6.84	6.86	ND	5.15	4.78	6.28	**4.72**	7.25	6.85

หมายเหตุ : ND คือ ไม่ได้เก็บตัวอย่าง



ภาพที่ ข-2 ฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน รายชั่วโมงเฉลี่ยของแผนกผู้ป่วยในโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ ระหว่างช่วงเวลาที่ทำการเก็บตัวอย่าง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3) แผนกผู้ป่วยนอก

ศึกษาความเข้มข้นฝุ่นทั้ง 3 ขนาด ของแผนกผู้ป่วยนอก พบว่า (ตารางที่ ข-3)

(1) ฝุ่นขนาดไม่เกิน 15 ไมครอน (PM_{15})

ฝุ่นขนาดไม่เกิน 15 ไมครอน มีความเข้มข้นสูงสุดในเดือนเมษายน มีค่า 58.00 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ขณะที่มีความเข้มข้นต่ำสุดในเดือนธันวาคม มีค่า 6.37 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 23.28 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

(2) ฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM_{10})

ฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน มีความเข้มข้นสูงสุดในเดือนเมษายน มีค่า 22.80 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ขณะที่มีความเข้มข้นต่ำสุดในเดือนธันวาคม มีค่า 4.74 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 11.16 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

(3) ฝุ่นขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน ($PM_{2.5}$)

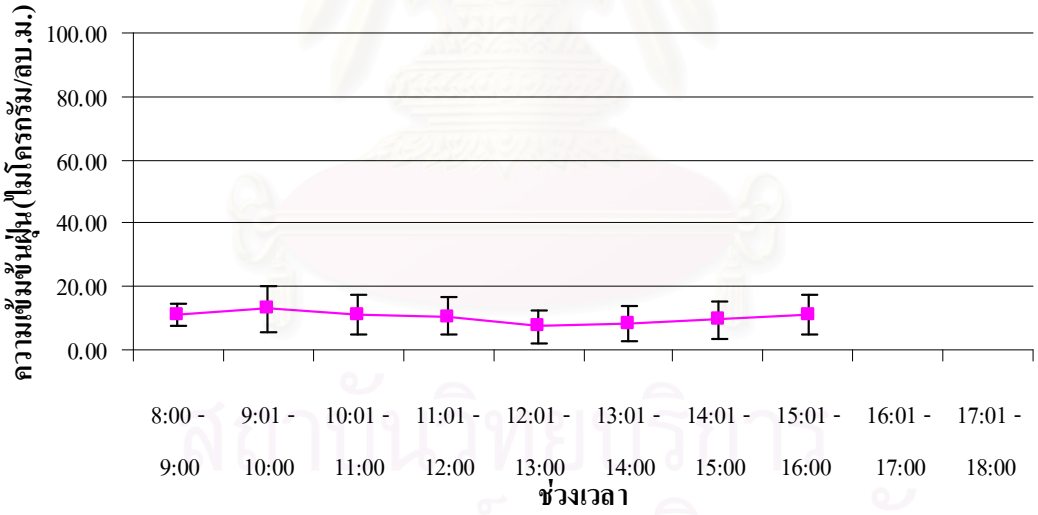
ฝุ่นขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน มีความเข้มข้นสูงสุดในเดือนสิงหาคม มีค่า 5.94 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ขณะที่มีความเข้มข้นต่ำสุดในเดือนพฤษภาคม มีค่า 1.72 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.03 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

พิจารณาความเข้มข้นฝุ่นเฉลี่ยรายชั่วโมง ภายในแผนกผู้ป่วยนอก แต่ละช่วงเวลา พบว่า ความเข้มข้นเฉลี่ยรายชั่วโมงของฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM_{10}) ในแผนกผู้ป่วยนอกมีค่าสูงสุดที่ช่วงเวลา 9.00 น.-10.00 น. มีค่า 7.10 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และมีค่าต่ำสุดที่ช่วงเวลา ช่วง 12.00 น.-13.00 น. มีค่า 7.48 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (ภาคผนวก ข ภาพที่ ข-3)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข-3 ความเข้มข้นฝุ่นเฉลี่ยจำแนกรายเดือน แผนกผู้ป่วยนอก โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์

ฝุ่น ($\mu g/m^3$)	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	เฉลี่ย
PM_{15}	31.49	28.72	34.24	**58.00**	13.52	9.19	24.83	16.01	10.41	**6.37**	23.28
PM_{10}	15.18	13.44	13.91	**22.80**	8.00	5.94	13.33	10.70	**3.55**	4.74	11.16
$PM_{2.5}$	3.01	2.25	2.24	2.80	**1.72**	**5.94**	4.50	3.56	2.08	2.21	3.03



ภาพที่ ข-3 ฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน รายชั่วโมงเฉลี่ยของแผนกผู้ป่วยนอก โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ ระหว่างช่วงเวลาที่ทำการเก็บตัวอย่าง

4) แผนกห้องปฏิบัติการ

ศึกษาความเข้มข้นฝุ่นทั้ง 3 ขนาด ของแผนกห้องปฏิบัติการ พบว่า (ตารางที่ ข-4)

(1) ฝุ่นขนาดไม่เกิน 15 ไมครอน (PM_{15})

ฝุ่นขนาดไม่เกิน 15 ไมครอน มีความเข้มข้นสูงสุดในเดือนเมษายน มีค่า 60.17 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ขณะที่มีความเข้มข้นต่ำสุดในเดือนสิงหาคม มีค่า 8.24 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 22.60 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

(2) ฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM_{10})

ฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน มีความเข้มข้นสูงสุดในเดือนเมษายน มีค่า 24.50 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ขณะที่มีความเข้มข้นต่ำสุดในเดือนพฤษภาคม มีค่า 5.94 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 13.25 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

(3) ฝุ่นขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน ($PM_{2.5}$)

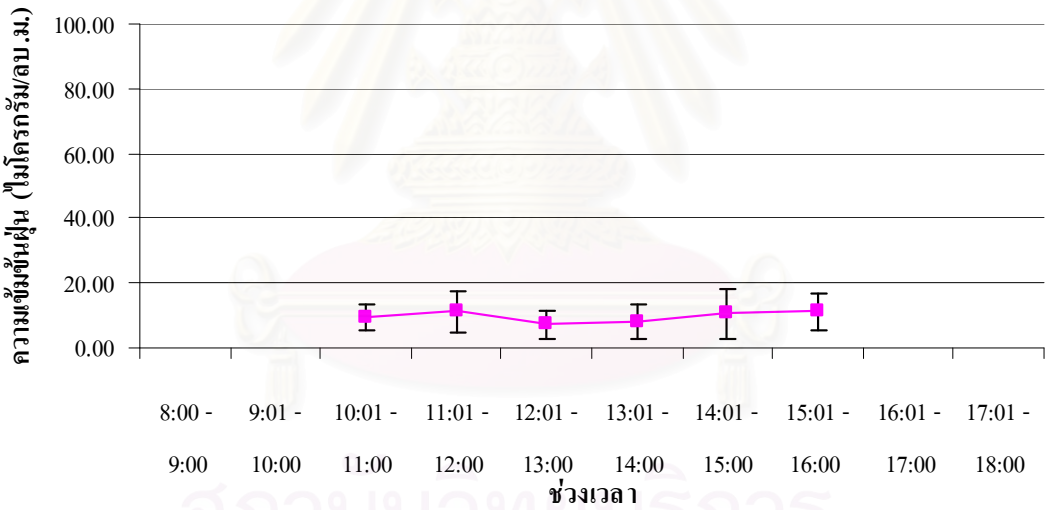
ฝุ่นขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน มีความเข้มข้นสูงสุดในเดือนกุมภาพันธ์ มีค่า 5.69 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ขณะที่มีความเข้มข้นต่ำสุดในเดือนธันวาคม มีค่า 2.60 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.09 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

พิจารณาความเข้มข้นฝุ่นเฉลี่ยรายชั่วโมง ภายในแผนกห้องปฏิบัติการ แต่ละช่วงเวลาพบว่า ความเข้มข้นเฉลี่ยรายชั่วโมงของฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM_{10}) ในแผนกห้องปฏิบัติการมีค่าสูงสุดที่ช่วงเวลา 15.00 น.-16.00 น. มีค่า 11.33 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และมีค่าต่ำสุดที่ช่วงเวลา ช่วง 12.00 น.-13.00 น. มีค่า 7.09 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (ภาพที่ ข-4)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข-4 ความเข้มข้นฝุ่นเฉลี่ยจำแนกรายเดือน แผนกห้องปฏิบัติการ โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์

ฝุ่น ($\mu g/m^3$)	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	เฉลี่ย
PM_{15}	27.17	41.35	29.50	**60.17**	8.37	**8.24**	10.48	18.36	13.56	8.81	22.60
PM_{10}	17.47	22.68	19.50	**24.50**	**5.94**	6.87	7.59	11.49	10.32	6.16	13.25
$PM_{2.5}$	5.44	**5.69**	5.00	4.42	3.23	3.54	3.00	4.16	3.80	**2.60**	4.09



ภาพที่ ข-4 นาดไม่เกิน 10 ไมครอน รายชั่วโมงเฉลี่ยของแผนกห้องปฏิบัติการโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ ระหว่างช่วงเวลาที่ทำการเก็บตัวอย่าง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5) แผนกบริหารทั่วไป

ศึกษาความเข้มข้นฝุ่นทั้ง 3 ขนาด ของแผนกบริหารทั่วไป พบว่า (ตารางที่ ข-5)

(1) ฝุ่นขนาดไม่เกิน 15 ไมครอน (PM_{15})

ฝุ่นขนาดไม่เกิน 15 ไมครอน มีความเข้มข้นสูงสุดในเดือนมีนาคม มีค่า 46.99 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ขณะที่มีความเข้มข้นต่ำสุดในเดือนพฤศจิกายน มีค่า 11.07 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 25.77 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

(2) ฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM_{10})

ฝุ่นขนาดไม่เกิน 15 ไมครอน มีความเข้มข้นสูงสุดในเดือนมีนาคม มีค่า 28.28 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ขณะที่มีความเข้มข้นต่ำสุดในเดือนพฤศจิกายน มีค่า 6.54 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 14.78 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

(3) ฝุ่นขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน ($PM_{2.5}$)

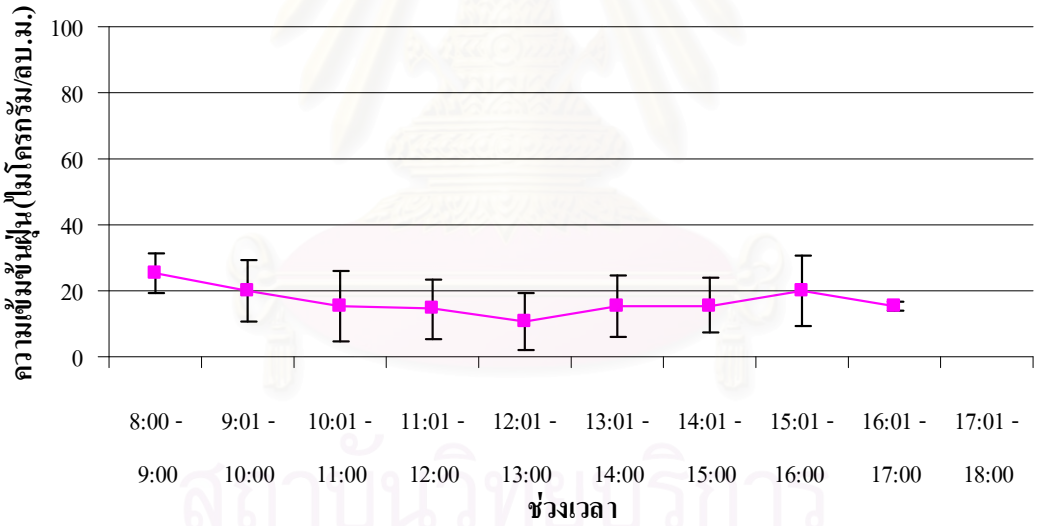
ฝุ่นขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน มีความเข้มข้นสูงสุดในเดือนมีนาคม มีค่า 8.11 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ขณะที่มีความเข้มข้นต่ำสุดในเดือนพฤศจิกายน มีค่า 2.06 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.07 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

พิจารณาความเข้มข้นฝุ่นรายชั่วโมงเฉลี่ย ภายในแผนกบริการทั่วไปแต่ละช่วงเวลา พบว่า ความเข้มข้นเฉลี่ยรายชั่วโมงของฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM_{10}) ในแผนกบริหารทั่วไป มีค่าสูงสุดที่ช่วงเวลา 8.00 น.-9.00 น. มีค่า 25.40 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และมีค่าต่ำสุดที่ช่วงเวลา ช่วง 16.00 น.-17.00 น. มีค่า 15.40 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (ภาพที่ ข-5)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข-5 ความเข้มข้นฝุ่นเฉลี่ยจำแนกรายเดือน แผนกบริหารทั่วไปโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์

ฝุ่น ($\mu g/m^3$)	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	เฉลี่ย
PM_{15}	42.77	42.38	**46.99**	46.06	16.61	14.00	11.59	13.49	**11.07**	12.74	25.77
PM_{10}	22.45	23.43	**28.28**	21.25	12.06	9.25	6.91	8.26	**6.54**	9.40	14.78
$PM_{2.5}$	4.95	5.65	**8.11**	3.34	4.38	3.33	2.26	3.02	**2.06**	3.60	4.07



ภาพที่ ข-5 ฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน รายชั่วโมงเฉลี่ยของแผนกบริหารทั่วไปโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ ระหว่างช่วงเวลาที่ทำการเก็บตัวอย่าง

ความเข้มข้นฝุ่นจำแนกตามฤดูกาล

1) ฤดูแล้ง

ศึกษาความเข้มข้นฝุ่นทั้ง 3 ขนาด พบว่า (ตาราง 4.14)

(1) ฝุ่นขนาดไม่เกิน 15 ไมครอน (PM_{15})

ฝุ่นขนาดไม่เกิน 15 ไมครอน มีความเข้มข้นสูงสุดที่แผนกฉุกเฉิน มีค่า 58.67 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ขณะที่มีความเข้มข้นต่ำสุดที่แผนกผู้ป่วยนอก มีค่า 18.25 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 35.54 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

(2) ฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM_{10})

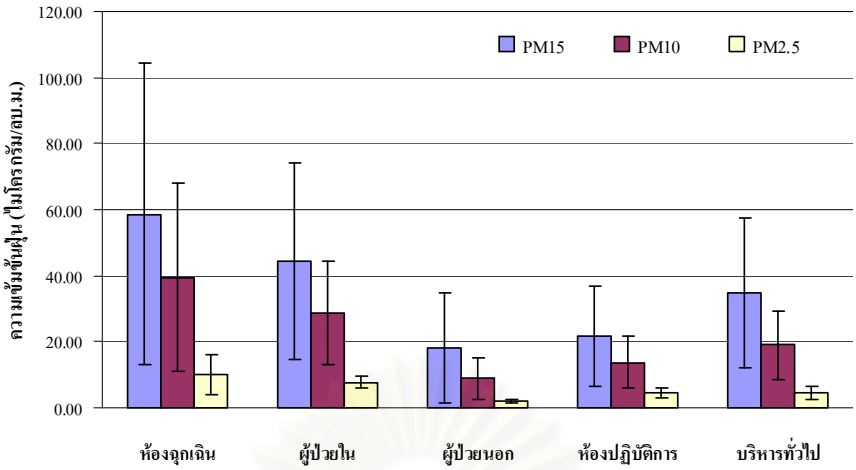
ฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน มีความเข้มข้นสูงสุดที่แผนกฉุกเฉิน มีค่า 39.51 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ขณะที่มีความเข้มข้นต่ำสุดที่แผนกผู้ป่วยนอก มีค่า 8.83 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 21.97 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

(3) ฝุ่นขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน ($PM_{2.5}$)

ฝุ่นขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน มีความเข้มข้นสูงสุดที่แผนกฉุกเฉิน มีค่า 10.25 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ขณะที่มีความเข้มข้นต่ำสุดที่แผนกผู้ป่วยนอก มีค่า 2.18 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.84 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

ตารางที่ ข-5 ความเข้มข้นฝุ่นแต่ละแผนกในฤดูแล้ง โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์

แผนก / ขนาดฝุ่น ($\mu g/m^3$)	ฉุกเฉิน	ผู้ป่วยใน	ผู้ป่วยนอก	ห้องปฏิบัติการ	บริหารทั่วไป	เฉลี่ย
PM_{15}	58.67	44.29	18.25	21.71	34.76	35.54
PM_{10}	39.51	28.77	8.83	13.80	18.96	21.97
$PM_{2.5}$	10.25	7.81	2.18	4.33	4.64	5.84



ภาพที่ ข-6 ความเข้มข้นฝุ่นแต่ละแผนกในเดือนฤดูแล้ง โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์

2) ฤดูฝน

ความเข้มข้นฝุ่นทั้ง 3 ขนาด พบว่า (ตาราง 4.15)

(1) ฝุ่นขนาดไม่เกิน 15 ไมครอน (PM_{15})

ฝุ่นขนาดไม่เกิน 15 ไมครอน มีความเข้มข้นสูงสุดที่แผนกฉุกเฉิน มีค่า 15.09 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ขณะที่มีความเข้มข้นต่ำสุดที่แผนกห้องปฏิบัติการ มีค่า 8.04 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 12.31 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

(2) ฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM_{10})

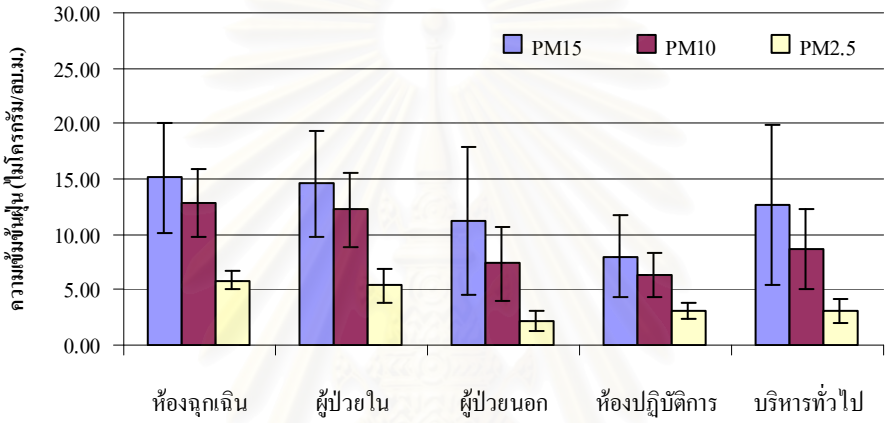
ฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน มีความเข้มข้นสูงสุดที่ แผนกฉุกเฉิน มีค่า 12.78 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ขณะที่มีความเข้มข้นต่ำสุดที่ แผนกห้องปฏิบัติการ มีค่า 8.31 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 9.45 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

(3) ฝุ่นขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน ($PM_{2.5}$)

ฝุ่นขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน มีความเข้มข้นสูงสุดที่ แผนกฉุกเฉิน มีค่า 5.82 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ขณะที่มีความเข้มข้นต่ำสุดที่แผนก ผู้ป่วยนอก มีค่า 2.24 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.93 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

ตารางที่ ข-6 ความเข้มข้นฝุ่นแต่ละแผนกในฤดูฝน โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์

แผนก / ขนาดฝุ่น ($\mu g/m^3$)	ฉุกเฉิน	ผู้ป่วยใน	ผู้ป่วยนอก	ห้องปฏิบัติการ	บริหารทั่วไป	เฉลี่ย
PM_{15}	15.09	14.56	11.18	8.04	12.69	12.31
PM_{10}	12.78	12.21	7.35	6.30	8.61	9.45
$PM_{2.5}$	5.82	5.41	2.24	3.08	3.09	3.93



ภาพที่ ข-7 ความเข้มข้นฝุ่นแต่ละแผนกในฤดูฝน โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์

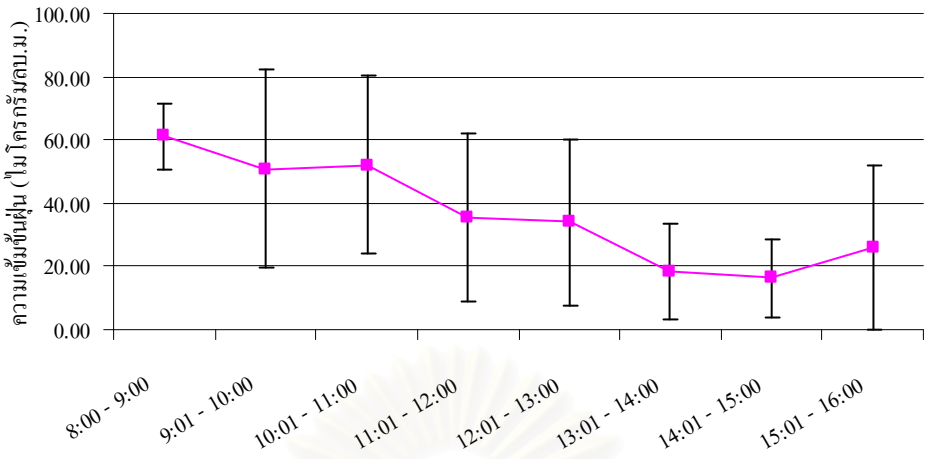
ความเข้มข้นฝุ่นเฉลี่ยรายชั่วโมงจำแนกตามฤดูกาล

1) ฤดูแล้ง

(1) แผนกฉุกเฉิน

พิจารณาความเข้มข้นฝุ่นเฉลี่ยในแต่ละช่วงเวลาของแผนกฉุกเฉิน พบว่า ความเข้มข้นฝุ่นเฉลี่ยรายชั่วโมงของฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM_{10}) ในแผนกฉุกเฉินมีค่าสูงสุดที่ช่วงเวลา 9.00 น.-10.00 น. มีค่า 61.08 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และมีค่าต่ำสุดที่ช่วงเวลา ช่วง 15.00 น.-16.00 น. มีค่า 16.03 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์ (ภาพที่ 4.20)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

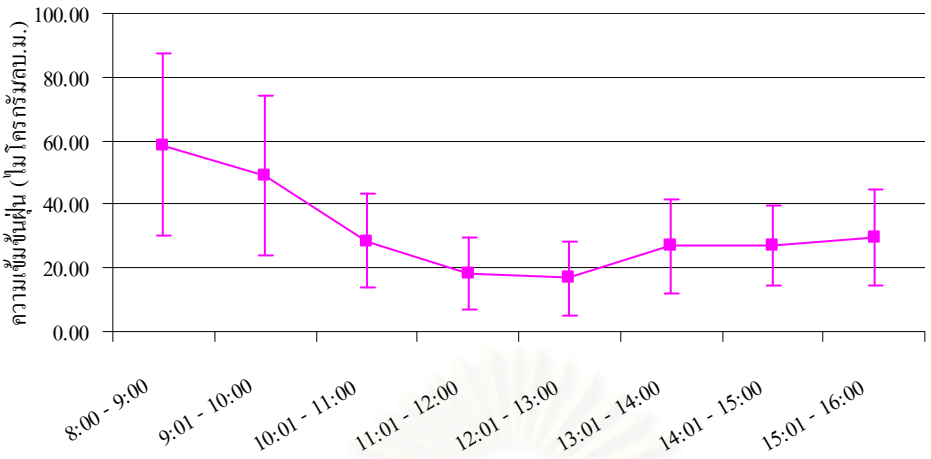


ภาพที่ 4.20 ฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน รายชั่วโมงเฉลี่ยของแผนกฉุกเฉินโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ ระหว่างช่วงเวลาที่ทำการเก็บตัวอย่างในช่วงฤดูแล้ง

ระดับความเข้มข้นฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน รายชั่วโมงเฉลี่ยของแผนกฉุกเฉินในช่วงฤดูแล้ง มีค่าสูงในช่วงเช้าและลดลงในช่วงบ่าย โดยมีค่าเฉลี่ยระหว่าง 16.03 – 61.08 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งมีความเปลี่ยนแปลงสูง เมื่อพิจารณาลักษณะกิจกรรมภายในห้องอาจไม่สอดคล้องกันเพราะไม่มีกิจกรรมภายในห้องมาก จึงอาจได้รับอิทธิพลมาจากอากาศภายนอกห้อง เพราะบริเวณนี้ระบบระบายอากาศแบบธรรมชาติ ซึ่งหน้าต่างและช่องระบายอากาศของห้องนี้อยู่ติดกับ ถนนราชดำริ อาจมีมลพิษจากยานพาหนะเข้ามาปนเปื้อนได้

(2) แผนกผู้ป่วยใน

พิจารณาความเข้มข้นฝุ่นเฉลี่ยในแต่ละช่วงเวลาของแผนกผู้ป่วยใน พบว่า ความเข้มข้นเฉลี่ยรายชั่วโมงของฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM_{10}) ในแผนกผู้ป่วยในมีค่าสูงสุดที่ช่วงเวลา 9.00 น.-10.00 น. มีค่า 58.70 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และมีค่าต่ำสุดที่ช่วงเวลาช่วง 13.00 น.-14.00 น. มีค่า 16.85 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์ (ภาพที่ 4.21)

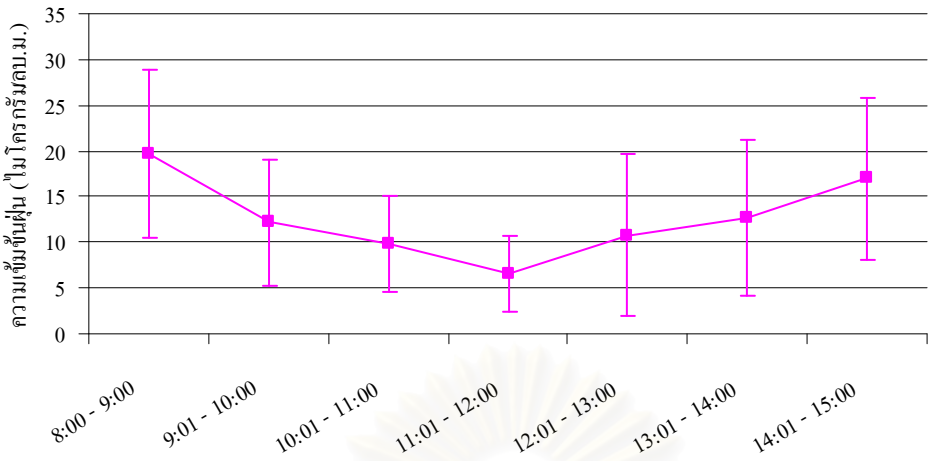


ภาพที่ 4.21 ฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน รายชั่วโมงเฉลี่ยของแผนกผู้ป่วยใน โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ ระหว่างช่วงเวลาที่ทำการเก็บตัวอย่างในช่วงฤดูแล้ง

ระดับความเข้มข้นฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน รายชั่วโมงเฉลี่ยของแผนกฉุกเฉินในช่วงฤดูแล้ง มีค่าสูงในช่วงเช้าและลดลงในช่วงกลางวันก่อนจะสูงขึ้นเพียงเล็กน้อยในช่วงบ่าย โดยมีค่าเฉลี่ยระหว่าง 16.85 – 58.70 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร เมื่อพิจารณาลักษณะกิจกรรมภายในห้องพบว่าสอดคล้องกันเพราะในช่วงเวลาประมาณ 8.00-9.00 น. จะมีเจ้าหน้าที่ทำความสะอาดห้องและเจ้าหน้าที่พยาบาลทำความสะอาดร่างกายผู้ป่วยรวมทั้งเปลี่ยนผ้าปูเตียงและช่วงเวลาประมาณ 9.00-10.00 น. จะมีแพทย์และนิสิตแพทย์เข้ามาทำการตรวจรักษา อย่างไรก็ตาม จากการที่มีความเปลี่ยนแปลงของระดับความเข้มข้นฝุ่นที่ค่อนข้างมาก อาจได้รับอิทธิพลมาจากอากาศภายนอกห้องร่วมด้วย เพราะบริเวณนี้ระบบระบายอากาศแบบธรรมชาติ

(3) แผนกผู้ป่วยนอก

พิจารณาความเข้มข้นฝุ่นเฉลี่ยในแต่ละช่วงเวลาของแผนกผู้ป่วยนอกพบว่า ความเข้มข้นเฉลี่ยรายชั่วโมงของฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM_{10}) ในแผนกผู้ป่วยนอกมีค่าสูงสุดที่ช่วงเวลา 9.00 น.-10.00 น. มีค่า 19.68 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และมีค่าต่ำสุดที่ช่วงเวลา ช่วง 12.00 น.-13.00 น. มีค่า 6.58 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์ (ภาพที่ 4.22)

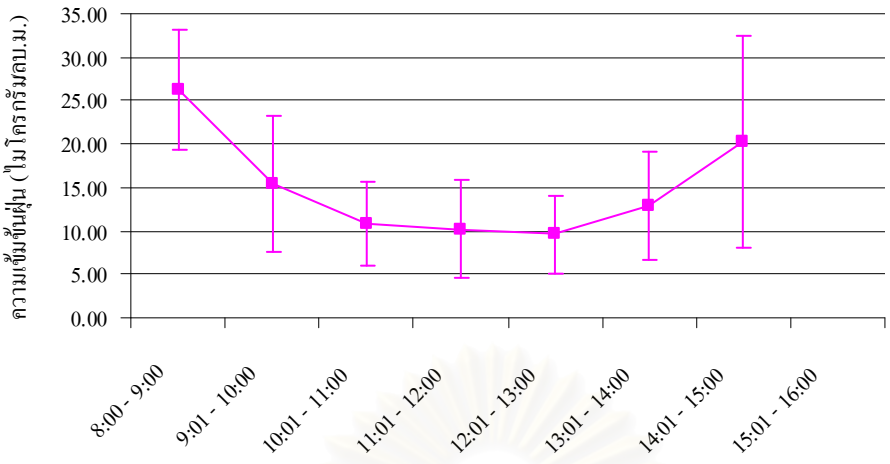


ภาพที่ 4.22 ฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน รายชั่วโมงเฉลี่ยของแผนกผู้ป่วยนอก โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ ระหว่างช่วงเวลาที่ทำการเก็บตัวอย่างในช่วงฤดูแล้ง

ระดับความเข้มข้นฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน รายชั่วโมงเฉลี่ยของแผนกผู้ป่วยนอกในช่วงฤดูแล้งมีค่าเฉลี่ยระหว่าง 6.58 – 19.68 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร โดย มีค่าสูงในช่วงเช้าและช่วงบ่าย ขณะที่ระดับลดลงในช่วงกลางวัน ซึ่งสอดคล้องกับลักษณะกิจกรรมภายในบริเวณนี้ คือ ระดับความเข้มข้นฝุ่นจะมีค่าสูงในช่วงที่มีผู้ป่วยเข้ามารับการตรวจรักษา ขณะที่ช่วงที่หยุดพักการตรวจรักษาในช่วงกลางวันระดับความเข้มข้นฝุ่นมีค่าต่ำที่สุด

(4) แผนกห้องปฏิบัติการ

พิจารณาความเข้มข้นฝุ่นเฉลี่ยในแต่ละช่วงเวลา ของแผนกห้องปฏิบัติการ พบว่าความเข้มข้นเฉลี่ยรายชั่วโมงของฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM_{10}) ในแผนกห้องปฏิบัติการมีค่าสูงสุดที่ช่วงเวลา 9.00 น.-10.00 น. มีค่า 26.32 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และมีค่าต่ำสุดที่ช่วงเวลา ช่วง 13.00 น.-14.00 น. มีค่า 9.62 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์ (ภาพที่ 4.23)

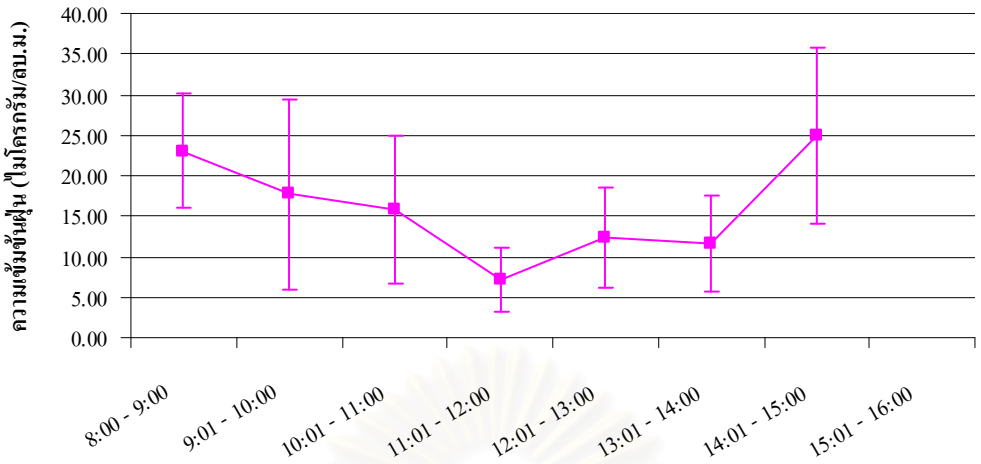


ภาพที่ 4.23 ฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน รายชั่วโมงเฉลี่ยของแผนกห้องปฏิบัติการโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ ระหว่างช่วงเวลาที่ทำการเก็บตัวอย่างในช่วงฤดูแล้ง

ระดับความเข้มข้นฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน รายชั่วโมงเฉลี่ยของแผนกห้องปฏิบัติการในช่วงฤดูแล้ง มีค่าเฉลี่ยระหว่าง 9.62 – 26.32 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร โดย มีค่าสูงในช่วงเช้าและช่วงบ่าย ขณะที่ระดับลดลงในช่วงกลางวัน ซึ่งสอดคล้องกับลักษณะกิจกรรมภายในบริเวณนี้ คือ ระดับความเข้มข้นฝุ่นจะมีค่าสูงในช่วงที่มีเข้าหน้าที่ทำงาน ขณะที่ช่วงที่หยุดพักในช่วงกลางวันระดับความเข้มข้นฝุ่นมีค่าต่ำ

(5) บริหารทั่วไป

พิจารณาความเข้มข้นฝุ่นเฉลี่ยในแต่ละช่วงเวลา ของแผนกบริหารทั่วไปพบว่า ความเข้มข้นเฉลี่ยรายชั่วโมงของฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM_{10}) ในแผนกบริหารทั่วไปมีค่าสูงสุดที่ช่วงเวลา 15.00 น.-16.00 น. มีค่า 24.92 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และมีค่าต่ำสุดที่ช่วงเวลา ช่วง 12.00 น.-13.00 น. มีค่า 7.07 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์ (ภาพที่ 4.23)



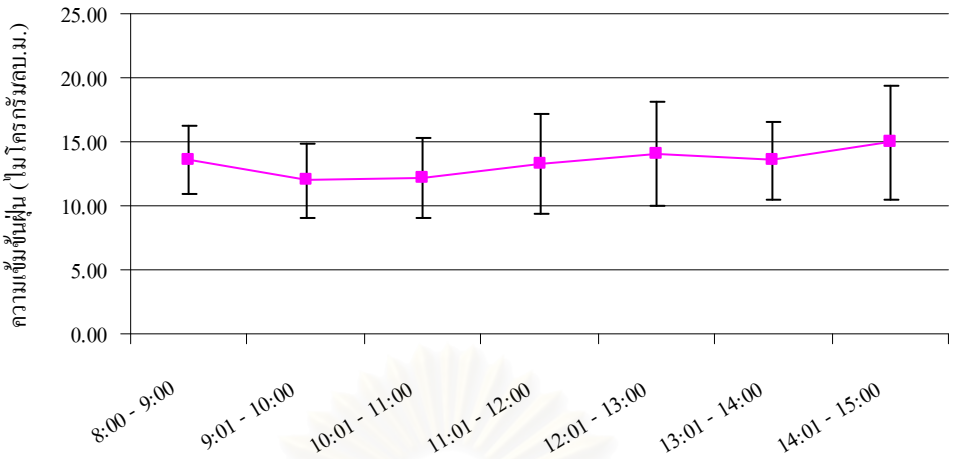
ภาพที่ 4.24 ฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน รายชั่วโมงเฉลี่ยของแผนกบริหารทั่วไป โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ ระหว่างช่วงเวลาที่ทำการเก็บตัวอย่างในช่วงฤดูแล้ง

ระดับความเข้มข้นฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน รายชั่วโมงเฉลี่ยของแผนกบริหารทั่วไปในช่วงฤดูแล้ง มีค่าเฉลี่ยระหว่าง 7.07 – 24.92 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร โดย มีค่าสูงในช่วงเช้าและช่วงบ่าย ขณะที่ระดับลดลงในช่วงกลางวัน ซึ่งสอดคล้องกับลักษณะกิจกรรมภายในบริเวณนี้ คือ ระดับความเข้มข้นฝุ่นจะมีค่าสูงในช่วงที่มีเข้าหน้าที่ทำงาน ขณะที่ช่วงที่หยุดพักในช่วงกลางวันระดับความเข้มข้นฝุ่นมีค่าต่ำ

2) ฤดูฝน

(1) แผนกฉุกเฉิน

พิจารณาความเข้มข้นฝุ่นเฉลี่ยในแต่ละช่วงเวลาของแผนกฉุกเฉิน พบว่า ความเข้มข้นฝุ่นเฉลี่ยรายชั่วโมงของฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM_{10}) ในแผนกฉุกเฉินมีค่าสูงสุดที่ช่วงเวลา 14.00 น.-15.00 น. มีค่า 14.93 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และมีค่าต่ำสุดที่ช่วงเวลา ช่วง 10.00 น.-11.00 น. มีค่า 11.99 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์ (ภาพที่ 4.25)

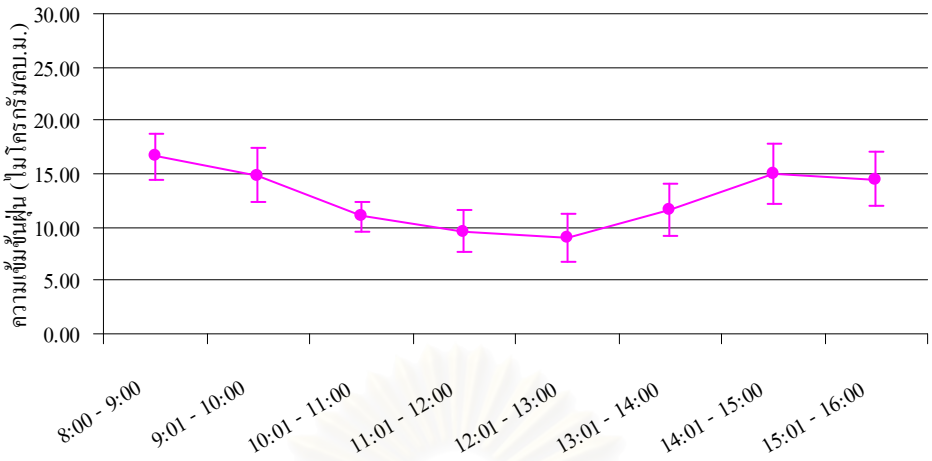


ภาพที่ 4.25 ฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน รายชั่วโมงเฉลี่ยของแผนกฉุกเฉินโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ ระหว่างช่วงเวลาที่ทำการเก็บตัวอย่างในช่วงฤดูฝน

ระดับความเข้มข้นฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน รายชั่วโมงเฉลี่ยของแผนกฉุกเฉินในช่วงฤดูฝนไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก โดยมีค่าเฉลี่ยระหว่าง 11.99 -14.93 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร สอดคล้องกับลักษณะกิจกรรมภายในห้อง คือไม่มีเจ้าหน้าที่ปฏิบัติงานภายในห้องโดยเฉพาะเจ้าหน้าที่จะเข้ามาภายในบริเวณนี้เฉพาะเวลาที่มีการตรวจรักษา

(2) แผนกผู้ป่วยใน

พิจารณาความเข้มข้นฝุ่นเฉลี่ยในแต่ละช่วงเวลาของแผนกผู้ป่วยใน พบว่า ความเข้มข้นเฉลี่ยรายชั่วโมงของฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM_{10}) ในแผนกผู้ป่วยในมีค่าสูงสุดที่ช่วงเวลา 9.00 น.-10.00 น. มีค่า 16.60 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และมีค่าต่ำสุดที่ช่วงเวลา ช่วง 13.00 น.-14.00 น. มีค่า 9.02 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์ (ภาพที่ 4.26)

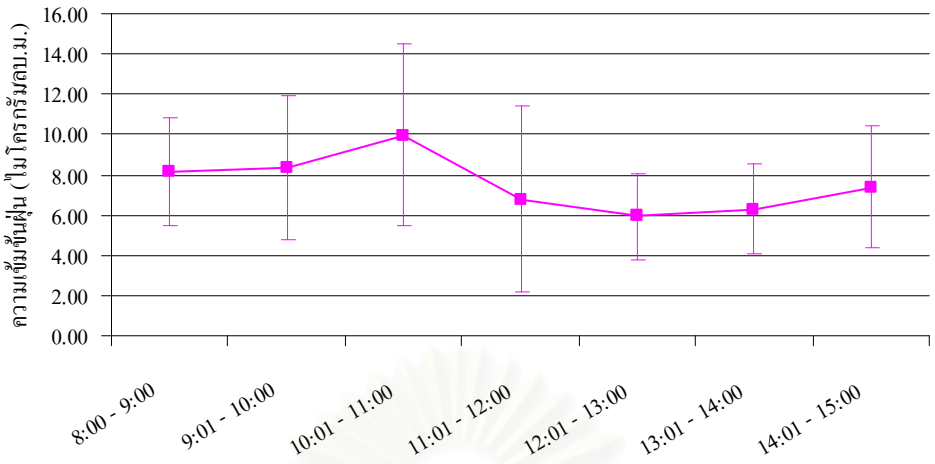


ภาพที่ 4.26 ฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน รายชั่วโมงเฉลี่ยของแผนกผู้ป่วยใน โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ ระหว่างช่วงเวลาที่ทำการเก็บตัวอย่างในช่วงฤดูฝน

ระดับความเข้มข้นฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน รายชั่วโมงเฉลี่ยของแผนกผู้ป่วยในช่วงฤดูฝน มีระดับสูงอยู่ 2 ช่วง คือช่วงเช้า และ ช่วงบ่าย โดยมีค่าเฉลี่ยระหว่าง 9.02 - 16.60 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร สอดคล้องกับลักษณะกิจกรรมภายในห้อง คือช่วงเช้า เวลาประมาณ 7.00-8.00 น. จะมีเจ้าหน้าที่ทำความสะอาดห้อง และเจ้าหน้าที่พยาบาลทำความสะอาดร่างกายผู้ป่วย เวลาประมาณ 9.00 – 10.00 น. มีแพทย์ทำการตรวจรักษาผู้ป่วยโดยมีนิสิตแพทย์เข้าสังเกตการณ์ด้วย

(3) แผนกผู้ป่วยนอก

พิจารณาความเข้มข้นฝุ่นเฉลี่ยในแต่ละช่วงเวลาของแผนกผู้ป่วยนอก พบว่า ความเข้มข้นเฉลี่ยรายชั่วโมงของฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM_{10}) ในแผนกผู้ป่วยนอกมีค่าสูงสุดที่ช่วงเวลา 11.00 น.-12.00 น. มีค่า 9.97 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และมีค่าต่ำสุดที่ช่วงเวลา ช่วง 13.00 น.-14.00 น. มีค่า 5.94 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์ (ภาพที่ 4.27)

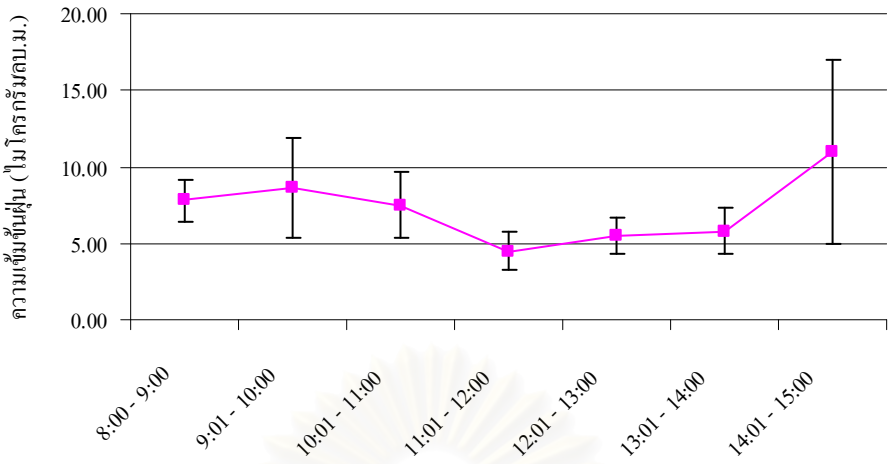


ภาพที่ 4.28 ฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน รายชั่วโมงเฉลี่ยของแผนกผู้ป่วยนอก โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ ระหว่างช่วงเวลาที่ทำการเก็บตัวอย่างในช่วงฤดูฝน

ระดับความเข้มข้นฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน รายชั่วโมงเฉลี่ยของแผนกผู้ป่วยนอกในช่วงฤดูฝนไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก มีค่าระหว่าง 5.94 - 9.97 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร โดยมีระดับความเข้มข้นฝุ่นในช่วงเช้าสูงกว่าช่วงบ่ายเล็กน้อย สอดคล้องกับลักษณะกิจกรรมภายในห้อง คนไข้ที่เข้ามารับการรักษาในช่วงเช้ามีปริมาณมากกว่าในช่วงบ่าย

(4) แผนกห้องปฏิบัติการ

พิจารณาความเข้มข้นฝุ่นเฉลี่ยในแต่ละช่วงเวลาของแผนกห้องปฏิบัติการ พบว่าความเข้มข้นเฉลี่ยรายชั่วโมงของฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM_{10}) ในแผนกห้องปฏิบัติการมีค่าสูงสุดที่ช่วงเวลา 15.00 น.-15.00 น. มีค่า 10.99 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และมีค่าต่ำสุดที่ช่วงเวลา ช่วง 12.00 น.-13.00 น. มีค่า 4.46 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (ภาพที่ 4.27)

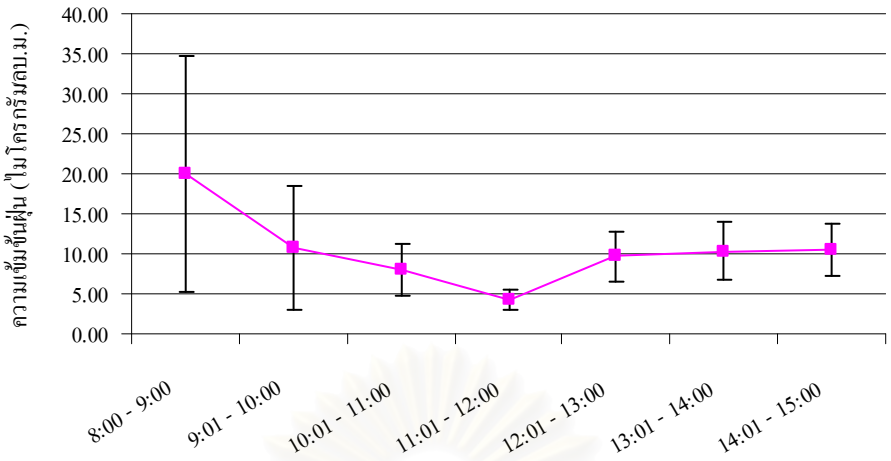


ภาพที่ 4.28 ฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน รายชั่วโมงเฉลี่ยของแผนกห้องปฏิบัติการ โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ ระหว่างช่วงเวลาที่ทำการเก็บตัวอย่างในช่วงฤดูฝน

ระดับความเข้มข้นฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน รายชั่วโมงเฉลี่ยของแผนกห้องปฏิบัติการในช่วงฤดูฝนไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก มีค่าระหว่าง 4.46 – 10.99 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร โดยมีระดับความเข้มข้นฝุ่นในช่วงเช้าสูงกว่าช่วงบ่ายเล็กน้อย และมีค่าต่ำในช่วงพักกลางวัน

(5) แผนกบริหารทั่วไป

พิจารณาความเข้มข้นฝุ่นเฉลี่ยในแต่ละช่วงเวลาของแผนกบริหารทั่วไป พบว่าความเข้มข้นเฉลี่ยรายชั่วโมงของฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM_{10}) ในแผนกบริหารทั่วไปมีค่าสูงสุดที่ช่วงเวลา 9.00 น.-10.00 น. มีค่า 20.06 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และมีค่าต่ำสุดที่ช่วงเวลา ช่วง 12.00 น.-13.00 น. มีค่า 4.17 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (ภาพที่ 4.29)



ภาพที่ 4.29 ฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน รายชั่วโมงเฉลี่ยของแผนกบริหารทั่วไป โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ ระหว่างช่วงเวลาที่ทำการเก็บตัวอย่างในช่วงฤดูฝน

ระดับความเข้มข้นฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน รายชั่วโมงเฉลี่ยของแผนกบริหารทั่วไปในช่วงฤดูฝน มีค่าระหว่าง 4.17 – 20.06 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตรซึ่งมีความเปลี่ยนแปลงของระดับความเข้มข้นฝุ่นมาก โดยในช่วงเช้ามีระดับความเข้มข้นฝุ่น สูงกว่าช่วงบ่าย และมีค่าต่ำในช่วงพักกลางวัน สอดคล้องกับกิจกรรมในบริเวณนี้ เพราะช่วงเช้าจะมีเจ้าหน้าที่มานั่งทำงานกับเครื่องคอมพิวเตอร์ใกล้ๆ กับจุดตั้งเครื่องเก็บตัวอย่าง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ค
รายละเอียดชนิดและปริมาณเชื้อรา

ชนิดและปริมาณเชื้อราจำแนกตามฤดู

1) ฤดูแล้ง

จากการศึกษาชนิดและปริมาณเชื้อราในช่วงฤดูแล้งพบเชื้อรา 5 ชนิด ได้แก่ *Aspergillus* sp. *Penicillium* sp. ราดำ (*Alternaria* sp. และ *Curvularia* sp.) *A. fumigatus* และ *Fusarium* sp. โดยสามารถจำแนกตามอุณหภูมิที่บ่มเชื้อรา คือ

(1) เชื้อราที่บ่มที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

พบเชื้อรา 5 ชนิด ที่พบมากที่สุดคือ *Aspergillus* sp. มีค่า 5.10 CFU/m^3 ส่วนเชื้อราที่พบน้อยที่สุดคือ *Fusarium* sp. มีค่า 1.17 CFU/m^3 (ตารางที่ 4.21)

(2) เชื้อราที่บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส

พบเชื้อรา 4 ชนิด ที่พบมากที่สุดคือ *Penicillium* sp. มีค่า 4.26 CFU/m^3 ส่วนเชื้อราที่พบน้อยที่สุดคือ *A. fumigatus.* มีค่า 2.00 CFU/m^3 (ตารางที่ 4.21)

ตารางที่ ค-1 ชนิดและปริมาณเชื้อราในฤดูแล้ง (CFU-m^3)

ปริมาณเชื้อ (CFU-m^{-3})	*Aspergillus* sp.	*Penicillium* sp.	ราดำ	*A. fumigatus*	*Fusarium* sp.	*Rhizopus* sp.
อุณหภูมิ 25^0 C	5.10	5.09	4.75	2.83	1.17	NG
อุณหภูมิ 37^0 C	4.13	4.26	2.50	2.00	NG	NG

หมายเหตุ : NG = Non-fungal Growth

เมื่อพิจารณาชนิดและปริมาณเชื้อราในช่วงฤดูแล้ง ที่นำไปบ่มที่อุณหภูมิต่างกัน พบว่า เชื้อราที่บ่มที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียสและอุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียสมีความสัมพันธ์กัน คือ พบเชื้อ *Aspergillus* sp. มากที่สุด รองลงมาคือ *Penicillium* sp. ราดำ (*Alternaria* sp. และ *Curvularia* sp.) และ *A. fumigatus* ตามลำดับ

อย่างไรก็ตาม การพบเชื้อสกุล*ฟูซาเรียม (Fusarium* sp.) ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียสแต่ไม่พบที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส แสดงว่า *Fusarium* sp. เป็นเชื้อราฉวยโอกาสทั่วไป (พรรณกร, 2535) จึงไม่เจริญที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียสซึ่งเป็นอุณหภูมิที่ใกล้เคียงกับร่างกายมนุษย์

นอกจากการนี้การศึกษาชนิดและปริมาณเชื้อราภายนอกอาคาร เพื่อเปรียบเทียบกับชนิดและปริมาณเชื้อราภายในอาคาร พบเชื้อรา 2 ชนิด ได้แก่ *Aspergillus* sp. และ *Penicillium* sp. โดยสามารถจำแนกตามอุณหภูมิที่บ่มเชื้อรา คือ

(1) เชื้อราที่บ่มที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

พบเชื้อรา 2 ชนิด ปริมาณเท่ากัน คือ *Aspergillus* sp. และ *Penicillium* sp. มีค่า 4.44 CFU/m^3 (ตารางที่ 4.22)

(2) เชื้อราที่บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส

ไม่พบเชื้อรา (ตารางที่ 4.22)

ตารางที่ ค-2 ชนิดและปริมาณเชื้อราภายนอกอาคารในฤดูแล้ง (CFU-m^3)

ปริมาณเชื้อ (CFU-m^{-3})	*Aspergillus* sp.	*Penicillium* sp.	ราดำ	*A. fumigatus*	*Fusarium* sp.	*Rhizopus* sp.
อุณหภูมิ 25^0 C	4.44	4.44	NG	NG	NG	NG
อุณหภูมิ 37^0 C	NG	NG	NG	NG	NG	NG

หมายเหตุ : NG = Non-fungal Growth

2) ฤดูฝน

จากการศึกษาชนิดและปริมาณเชื้อราในช่วงฤดูฝนพบเชื้อรา 5 ชนิด ได้แก่ *Aspergillus* sp. *Penicillium* sp. ราดำ (*Alternaria* sp. และ *Curvularia* sp.) *A. fumigatus* และ *Rhizopus* sp. โดยสามารถจำแนกตามอุณหภูมิที่บ่มเชื้อรา คือ

(1) เชื้อราที่บ่มที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

พบเชื้อรา 4 ชนิด ที่พบมากที่สุดคือ *Aspergillus* sp. มีค่า 3.62 CFU/m^3 ส่วนเชื้อราที่พบน้อยที่สุดคือ ราดำ มีค่า 1.75 CFU/m^3 (ตารางที่ 4.23)

(2) เชื้อราที่บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส

พบเชื้อรา 5 ชนิด ที่พบมากที่สุดคือ *Aspergillus* sp. มีค่า 3.56 CFU/m^3 ส่วนเชื้อราที่พบน้อยที่สุดคือ ราดำ มีค่า 1.00 CFU/m^3 (ตารางที่ 4.23)

ตารางที่ ค-3 ชนิดและปริมาณเชื้อราในฤดูฝน (CFU-m^3)

ปริมาณเชื้อ (CFU-m^{-3})	*Aspergillus* sp.	*Penicillium* sp.	ราดำ	*A. fumigatus*	*Fusarium* sp.	*Rhizopus* sp.
อุณหภูมิ 25^0 C	3.62	3.24	1.75	2.00	NG	NG
อุณหภูมิ 37^0 C	3.56	2.73	1.00	3.00	NG	1.00

หมายเหตุ : NG = Non-fungal Growth

เมื่อพิจารณาชนิดและปริมาณเชื้อราในช่วงฤดูฝน ที่นำไปบ่มที่อุณหภูมิต่างกัน พบว่า เชื้อราที่บ่มที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียสและอุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียสมีสอดคล้องกัน คือ พบเชื้อ *Aspergillus* sp. มากที่สุด และพบ ราดำ (*Alternaria* sp. และ *Curvularia* sp.) น้อยที่สุด

การพบเชื้อสกุล*ไรโซปัส (Rhizopus* sp.) ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียสแต่ไม่พบที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ตรงกับคุณสมบัติของเชื้อราสกุลนี้ที่เจริญได้ที่อุณหภูมิสูง (อาจสูงถึง 40องศาเซลเซียส) (พรรณกร, 2535) แสดงว่าเป็นเชื้อที่อาจก่อโรคในมนุษย์ได้

นอกจากการนี้การศึกษาชนิดและปริมาณเชื้อราภายนอกอาคาร เพื่อเปรียบเทียบกับชนิดและปริมาณเชื้อราภายในอาคาร พบเชื้อรา 3 ชนิด ได้แก่ *Aspergillus* sp. *Aspergillus fumigatus* และ *Penicillium* sp. โดยสามารถจำแนกตามอุณหภูมิที่บ่มเชื้อรา คือ

(1) เชื้อราที่บ่มที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

พบเชื้อรา 3 ชนิด ที่พบมากที่สุด คือ *Aspergillus fumigatus* มีค่า 8.89 CFU/m^3 รองลงมาคือ *Penicillium* sp. มีค่า 7.78 CFU/m^3 และ *Aspergillus* sp. มีค่า 3.33 CFU/m^3 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.24)

(2) เชื้อราที่บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส

พบเชื้อรา 2 ชนิด ที่พบมากที่สุด คือ *Aspergillus fumigatus* มีค่า 5.56 CFU/m^3 รองลงมาคือ *Aspergillus* sp. มีค่า 2.22 CFU/m^3ตามลำดับ (ตารางที่ 4.24)

ตารางที่ ค-4 ชนิดและปริมาณเชื้อราภายนอกอาคารในฤดูแล้ง (CFU-m^3)

ปริมาณเชื้อ (CFU-m^{-3})	*Aspergillus* sp.	*Penicillium* sp.	ราดำ	*A. fumigatus*	*Fusarium* sp.	*Rhizopus* sp.
อุณหภูมิ 25^0 C	3.33	7.78	ND	8.89	NG	NG
อุณหภูมิ 37^0 C	2.22	ND	ND	5.56	NG	NG

หมายเหตุ : NG = Non-fungal Growth

เมื่อเปรียบเทียบชนิดและปริมาณเชื้อราในช่วงฤดูแล้งและฤดูฝน พบว่า มีชนิดของเชื้อรา 3 ชนิดเหมือนกัน คือ *Aspergillus* sp. *Penicillium* sp. ราดำ (*Alternaria* sp. และ *Curvularia* sp.) และ *A. fumigatus* ขณะที่พบเชื้อ *Fusarium* sp. เฉพาะในฤดูแล้ง และพบเชื้อ *Rhizopus* sp. เฉพาะในฤดูฝน

สำหรับการศึกษาปริมาณของเชื้อรา พบว่า มีแนวโน้มในทิศทางเดียวกันทั้ง 2 ฤดูกาล คือ พบเชื้อสกุล*แอสเพอร์จิลลัส* (*Aspergillus* sp.) มากที่สุด รองลงมาคือ เชื้อสกุล*เพนิซิลเลียม* (*Penicillium* sp.) ส่วนเชื้อ กลุ่มราดำ (*Alternaria* sp. และ *Curvularia* sp.) และ เชื้อ*แอสเพอร์จิลลัส ฟูมิกาตัส* (*A. fumigatus*) มีปริมาณน้อยและใกล้เคียงกัน

ชนิดและปริมาณเชื้อราจำแนกตามแผนก

1) แผนกฉุกเฉิน

ตารางที่ ค-5 ชนิดและปริมาณเชื้อราในแผนกฉุกเฉิน (CFU-m^3)

ปริมาณเชื้อ (CFU-m^{-3})	*Aspergillus* sp.	*Penicillium* sp.	ราดำ	*A. fumigatus*	*Fusarium* sp.	*Rhizopus* sp.
อุณหภูมิ 25^0 C	3.73	4.51	4.44	2.78	NG	NG
อุณหภูมิ 37^0 C	3.33	4.07	2.78	2.22	NG	1.11

หมายเหตุ : NG = Non-fungal Growth

2) แผนกผู้ป่วยใน

ตารางที่ ค-6 ชนิดและปริมาณเชื้อราในแผนกผู้ป่วยใน (CFU-m^3)

ปริมาณเชื้อ (CFU-m^{-3})	*Aspergillus* sp.	*Penicillium* sp.	ราดำ	*A. fumigatus*	*Fusarium* sp.	*Rhizopus* sp.
อุณหภูมิ 25^0 C	5.70	4.44	8.15	4.44	1.11	NG
อุณหภูมิ 37^0 C	4.44	4.63	NG	2.78	NG	NG

หมายเหตุ : NG = Non-fungal Growth

3) แผนกผู้ป่วยนอก

ตารางที่ ค-7 ชนิดและปริมาณเชื้อราในแผนกผู้ป่วยนอก(CFU-m^3)

ปริมาณเชื้อ (CFU-m^{-3})	*Aspergillus* sp.	*Penicillium* sp.	ราดำ	*A. fumigatus*	*Fusarium* sp.	*Rhizopus* sp.
อุณหภูมิ 25^0 C	3.09	5.11	1.11	2.22	1.48	NG
อุณหภูมิ 37^0 C	3.89	4.17	NG	NG	NG	NG

หมายเหตุ : NG = Non-fungal Growth

4) แผนกห้องปฏิบัติการ

ตารางที่ ค-9 ชนิดและปริมาณเชื้อราในแผนกห้องปฏิบัติการ CFU-m^3)

ปริมาณเชื้อ (CFU-m^{-3})	*Aspergillus* sp.	*Penicillium* sp.	ราดำ	*A. fumigatus*	*Fusarium* sp.	*Rhizopus* sp.
อุณหภูมิ 25^0 C	5.06	4.29	NG	1.11	NG	NG
อุณหภูมิ 37^0 C	6.00	3.65	NG	NG	NG	NG

หมายเหตุ : NG = Non-fungal Growth

4) แผนกบริหารทั่วไป

ตารางที่ ค-10 ชนิดและปริมาณเชื้อราในแผนกบริหารทั่วไปCFU-m^3)

ปริมาณเชื้อ (CFU-m^{-3})	*Aspergillus* sp.	*Penicillium* sp.	ราดำ	*A. fumigatus*	*Fusarium* sp.	*Rhizopus* sp.
อุณหภูมิ 25^0 C	4.96	5.69	2.22	NG	NG	NG
อุณหภูมิ 37^0 C	3.33	3.06	4.44	NG	NG	NG

หมายเหตุ : NG = Non-fungal Growth

จากการศึกษาชนิดของเชื้อราพบว่า เชื้อราที่พบจัดอยู่ในกลุ่ม ราฉวยโอกาสหรือราปนเปื้อน (Contaminant fungi) หมายถึง ราที่พบทั่วไปในสิ่งแวดล้อม และอาจปนเปื้อนเข้าไปในตัวอย่างที่เก็บมา หรืออาจปนเปื้อนในระหว่างการเพาะเชื้อในห้องปฏิบัติการซึ่งมักจะเป็นปัญหาในการแยกเชื้อหาสาเหตุที่แท้จริงของโรค เนื่องจากรากลุ่มนี้จะเจริญได้เร็วกว่าราก่อโรค จึงเจริญคลุมเต็มจานเพาะเชื้อ (นงนุช วณิตย์ธนาคม, 2540)

ตารางที่ ค-14 ชนิดและปริมาณเชื้อราบริเวณโรงพยาบาลจุฬาลงการณ์ จำแนกตามแผนกของเดือนกันยายนและตุลาคม พ.ศ. 2548

เดือน	แผนก	บ่มที่อุณหภูมิ 25°C										บ่มที่อุณหภูมิ 37°C			
		SC1				SC2				เฉลี่ย	SC3			เฉลี่ย
		CFU/m³	tot	ชนิดเชื้อรา		CFU/m³	tot	ชนิดเชื้อรา		CFU/m³	tot	ชนิดเชื้อรา		CFU/m³
ก.ย.	ER	**4.44**	4	*Aspergillus* sp.	4	**5.56**	5	*Penicillium* sp.	5	**5.00**	2	*Penicillium* sp.	2	**2.22**
	WARD	**4.44**	4	*Penicillium* sp. *Aspergillus* sp.	2 2	**5.56**	5	*Penicillium* sp.	5	**5.00**	5	*Penicillium* sp. *Aspergillus* sp. ราดำ	2 2 1	**5.56**
	OPD	**5.56**	5	*Penicillium* sp.	5	**2.22**	2	*Penicillium* sp.	2	**3.89**	3	*Aspergillus* sp. *Penicillium* sp.	2 1	**3.33**
	LAB	**2.22**	2	*Penicillium* sp.	2	**2.22**	2	*Aspergillus* sp.	2	**2.22**	2	*Penicillium* sp.	2	**2.22**
	ADM	**2.22**	2	*Aspergilus* sp.	2	**2.22**	2	*Penicillium* sp.	2	**2.22**	2	*Aspergilus* sp.	2	**2.22**
ต.ค.	ER	**6.67**	6	*Penicillium* sp. *Aspergillus* sp.	3 3	**6.67**	6	*Penicillium* sp. *Aspergillus* sp.	5 1	**6.67**	4	*Aspergilus* sp.	4	**4.44**
	WARD	**7.78**	7	*Penicillium* sp. *Aspergilus* sp.	2 5	**8.89**	8	*Penicillium* sp.	8	**8.33**	5	*Penicillium* sp. *Aspergillus* sp.	3 2	**5.56**
	OPD	**6.67**	6 6	*Aspergillus* sp.	6	**4.44**	4	*Aspergillus* sp. *Aspergillus fumigatus*	2 2	**5.56**	8	*Penicillium* sp.	8	**8.89**
	LAB	**6.67**	6	*Penicillium* sp. *Aspergillus* sp.	4 2	**5.56**	5	*Aspergilus* sp.	5	**6.11**	3	*Penicillium* sp.	3	**3.33**
	ADM	**6.67**	6 6	*Aspergillus* sp.	6	**4.44**	4	*Penicillium* sp. *Aspergillus* sp.	2 2	**5.56**	2	*Aspergillus* sp.	2	**2.22**

หมายเหตุ : ER คือ แผนกฉุกเฉิน WARD คือ แผนกผู้ป่วยใน OPD คือ แผนกผู้ป่วยนอก LAB คือ แผนกห้องปฏิบัติการ ADM คือ แผนกบริหารทั่วไป

ตารางที่ ค-13 ชนิดและปริมาณเชื้อราบริเวณโรงพยาบาลจุฬาลงการณ์ จำแนกตามแผนกของเดือนพฤษภาคมและสิงหาคม พ.ศ. 2548

เดือน	แผนก	บ่มที่อุณหภูมิ 25°C										บ่มที่อุณหภูมิ 37°C			
		SC1				SC2				เฉลี่ย	SC3			เฉลี่ย
		CFU/m³	tot	ชนิดเชื้อรา		CFU/m³	tot	ชนิดเชื้อรา		CFU/m³	tot	ชนิดเชื้อรา		CFU/m³
พ.ค.	ER	**2.22**	2	*Penicillium* sp.	2	**2.22**	2	*Penicillium* sp.	2	**2.22**	1	*Rhizopus* sp.	1	**1.11**
	WARD	**8.89**	8	*Penicillium* sp.	8	**4.44**	4	*Aspergillus* sp.	4	**6.67**	2	*Penicillium* sp.	2	**2.22**
	OPD	**2.22**	2	*Penicillium* sp.	2	**2.22**	2	*Penicillium* sp.	2	**2.22**	2	*Penicillium* sp.	2	**2.22**
	LAB	**7.78**	7	*Aspergillus* sp.	7	**4.44**	4	*Aspergillus* sp.	4	**6.11**	2	*Penicillium* sp.	2	**2.22**
	ADM	**11.11**	10	*Aspergillus* sp.	10	**8.89**	8	*Penicillium* sp. *Aspergillus* sp.	4 4	**10.00**	2	*Penicillium* sp.	2	**2.22**
ส.ค.	ER	**2.22**	2	*Aspergillus* sp.	2	**1.11**	1	*Aspergillus* sp.	1	**1.67**	2	*Aspergillus* sp.	2	**2.22**
	WARD	**4.44**	4	*Aspergillus* sp.	4	**6.67**	6	*Aspergillus* sp. *Penicillium* sp.	5 1	**5.56**	9	*Aspergillus* fumigatus *Aspergillus* sp.	3 3	**10.00**
	OPD	**3.33**	3	*Penicillium* sp. *Aspergillus* sp.	2 1	**2.22**	2	*Aspergillus* sp. *Penicillium* *sp.*	1 1	**2.78**	7	*Penicillium* sp. *Aspergillus* sp.	3 7	**7.78**
	LAB	**2.22**	2	*Aspergillus* sp.	2	**5.56**	5	*Aspergilus* sp. *Penicillium* sp.	3 2	**3.89**	12	*Aspergillus* sp.	12	**13.33**
	ADM	**3.33**	3	*Penicillium* sp. *Aspergillus* sp.	2 1	**7.78**	7	*Penicillium* sp. *Aspergillus* sp.	6 1	**5.56**	2	*Penicillium* sp.	2	**2.22**

หมายเหตุ : ER คือ แผนกฉุกเฉิน WARD คือ แผนกผู้ป่วยใน OPD คือ แผนกผู้ป่วยนอก LAB คือ แผนกห้องปฏิบัติการ ADM คือ แผนกบริหารทั่วไป

ตารางที่ ค-15 ชนิดและปริมาณเชื้อราบริเวณโรงพยาบาลจุฬาลงการณ์ จำแนกตามแผนกของเดือนพฤศจิกายนและธันวาคม พ.ศ. 2548

เดือน	แผนก	บ่มที่อุณหภูมิ 25°C								บ่มที่อุณหภูมิ 37°C			
		SC1				SC2			เฉลี่ย	SC3			เฉลี่ย
		CFU/m³	tot	ชนิดเชื้อรา		CFU/m³	tot	ชนิดเชื้อรา	CFU/m³	tot	ชนิดเชื้อรา		CFU/m³
พ.ย.	ER	**11.11**	10	*Penicillium* sp. 5 *Aspergillus* sp. 3 *Aspergillus fumigatus* 2		**8.89**	8	*Penicillium* sp. 4 *Aspergillus* sp. 4	**10.00**	6	*Penicillium* sp. 4 *Aspergillus fumigatus* 2		**6.67**
	WARD	**4.44**	4	*Aspergillus* sp. 4		**3.33**	3	*Aspergillus* sp. 2 *Penicillium* sp. 1	**3.89**	4	*Aspergillus* sp. 4		**4.44**
	OPD	**4.44**	4	*Penicillium* sp. 4		**4.44**	4	*Penicillium* sp. 4	**4.44**	8	*Penicillium* sp. 8		**8.89**
	LAB	**5.56**	5	*Penicillium* sp. 4 *Aspergillus fumigatus* 1		**4.44**	4	*Penicillium* sp. 3 *Aspergillus* sp. 1	**5.00** **0.00**	3	*Penicillium* sp. 3		**3.33**
	ADM	**4.44**	4	*Penicillium* sp. 4				NG	**4.44**		NG		**0.00**
ธ.ค.	ER	**6.67**	6	*Penicillium* sp. 3 *Aspergillus* sp. 3		**12.22**	11	*Penicillium* sp. 8 *Aspergillus fumigatus* 3	**9.44**		NG		**0.00**
	WARD	**8.89**	8	*Aspergillus* sp. 8		**8.89**	8	*Aspergillus* sp. 8	**8.89**	10	*Penicillium* sp. 8 *Aspergillus fumigatus* 2		**11.11**
	OPD	**6.67**	6	*Penicillium* sp. 3 *Aspergillus* sp. 3		**5.56**	5	*Penicillium* sp. 5	**6.11**	2	*Penicillium* sp. 2		**2.22**
	LAB	**4.44**	4	*Aspergillus* sp. 4		**5.56**	5	*Aspergillus* sp. 5	**5.00**	4	*Penicillium* sp. 4		**4.44**
	ADM	**8.89**	8	*Penicillium* sp. 8		**4.44**	4	*Aspergillus* sp. 4	**6.67**	2	*Aspergillus* sp. 2		**2.22**

หมายเหตุ : ER คือ แผนกฉุกเฉิน WARD คือ แผนกผู้ป่วยใน OPD คือ แผนกผู้ป่วยนอก LAB คือ แผนกห้องปฏิบัติการ ADM คือ แผนกบริหารทั่วไป

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ค-11 ชนิดและปริมาณเชื้อราบริเวณโรงพยาบาลจุฬาลงการณ์ จำแนกตามแผนกของเดือนมกราคมและกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2548

เดือน	แผนก	บ่มที่อุณหภูมิ 25°C										บ่มที่อุณหภูมิ 37°C			
		SC1				SC2				เฉลี่ย	SC3			เฉลี่ย
		CFU/m³	tot	ชนิดเชื้อรา		CFU/m³	tot	ชนิดเชื้อรา		CFU/m³	tot	ชนิดเชื้อรา		CFU/m³
ม.ค.	ER	**11.11**	10	*Aspergillus* sp.	6	**13.33**	12	*Aspergillus* sp.	7	**12.22**	6	*Penicillium* sp.	6	**6.67**
				Penicillium sp.	4			*Penicillium* sp.	5					
	WARD	**10.00**	9	*Aspergillus* fumigatus	4	**8.89**	8	*Aspergillus* sp.	4	**9.44**	6	*Aspergillus* sp.	4	**6.67**
				Aspergillus sp.	4			*Penicillium* sp.	4			*Penicillium* sp.	2	
				Fusarium sp.	1									
	OPD	**8.89**	8	*Penicillium* sp.	5	**7.78**	7	*Penicillium* sp.	6	**8.33**	5	*Penicillium* sp.	5	**5.56**
				Fusarium sp.	2			*Aspergilus* sp.	1					
				Aspergillus sp.	1									
	LAB	**8.89**	8	*Aspergillus* sp.	2	**8.89**	8	*Aspergillus* sp.	3	**8.89**	8	*Penicillium* sp.	8	**8.89**
				Penicillium sp.	6			*Penicillium* sp.	5					
	ADM	**6.67**	6	*Aspergillus* sp.	6	**10.00**	9	*Aspergillus* sp.	5	**8.33**	5	*Aspergillus* sp.	5	**5.56**
								Penicillium sp.	4					
ก.พ.	ER	**8.89**	8	*ราดำ*	6	**8.89**	8	*Penicillium* sp.	8	**8.89**	7	ราดำ	4	**7.78**
				Penicillium sp.	1			ราขาว ฟู				*Penicillium* sp.	3	
				Aspergillus sp.	1			*unidentified*						
	WARD	**11.11**	10	*Penicillium* sp.	6	**6.67**	6	*Aspergillus* sp.	4	**8.89**	8	*Penicillium* sp.	8	**8.89**
				ราดำ	4			*Penicillium* sp.	2					
	OPD	**7.78**	7	*Penicillium* sp.	6	**11.11**	10	*Penicillium* sp.	10	**9.44**	4	*Penicillium* sp.	3	**4.44**
				Fusarium sp.	1							*Aspergillus* sp.	1	
				unidentified										
	LAB	**11.11**	10	*Aspergillus* sp.	10	**3.33**	3	*Aspergillus* sp.	3	**7.22**	4	*Aspergillus* sp.	4	**4.44**
												mold ฟู unidentified		
	ADM	**13.33**	12	*Penicillium* sp.	10		10	*Penicillium* sp.	10	**6.67**	4	ราดำ	4	**4.44**
				ราดำ	2									

หมายเหตุ : ER คือ แผนกฉุกเฉิน WARD คือ แผนกผู้ป่วยใน OPD คือ แผนกผู้ป่วยนอก LAB คือ แผนกห้องปฏิบัติการ ADM คือ แผนกบริหารทั่วไป

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ค-12 ชนิดและปริมาณเชื้อราบริเวณโรงพยาบาลจุฬาลงการณ์ จำแนกตามแผนกของเดือนมีนาคมและเมษายน พ.ศ. 2548

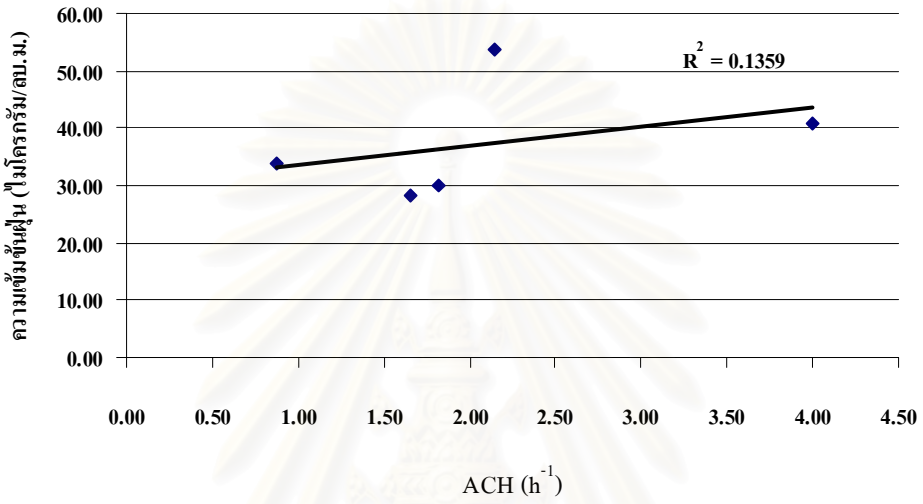
เดือน	แผนก	บ่มที่อุณหภูมิ 25°C									บ่มที่อุณหภูมิ 37°C		
		SC1				SC2				เฉลี่ย	SC3		เฉลี่ย
		CFU/m³	tot	ชนิดเชื้อรา		CFU/m³	tot	ชนิดเชื้อรา		CFU/m³	tot	ชนิดเชื้อรา	CFU/m³
มี.ค.	ER	**11.11**	10	ราดำ	6	**6.67**	6	*Penicillium* sp.	4	**8.89**	4	ราดำ 1	**4.44**
				Penicillium sp.	2			ราดำ	2			*Penicillium* sp. 3	
				Aspergillus sp.	2			ราขาวฟู					
	WARD	**11.11**	10	ราดำ	8	**11.11**	10	ราดำ	10	**11.11**	8	*Aspergillus* sp. 8	**8.89**
				Penicillium sp.	2			mold ฟูๆ					
	OPD	**13.33**	12	*Penicillium* sp.	12	**8.89**	8	*Aspergillus* sp.	8	**11.11**	5	*Aspergillus* sp. 4	**5.56**
												Penicillium sp. 1	
	LAB	**10.00**	9	*Aspergillus* sp.	9	**6.67**	6	*Aspergillus* sp.	6	**8.33**	1	*Aspergillus* sp. 1	**1.11**
	ADM	**8.89**	8	*Aspergillus* sp.	8	**5.56**	5	*Aspergillus* sp.	5	**7.22**	4	*Aspergillus* sp. 2	**4.44**
												Penicillium sp. 2	
เม.ย.	ER	**8.89**	8	*Penicillium* sp.	4	**8.89**	8	*Aspergillus* sp.	6	**8.89**	4	*Penicillium* sp. 4	**4.44**
				Aspergillus sp.	4			ราดำ	2				
	WARD	**13.33**	12	*Aspergillus* sp.	12	**8.89**	8	*Aspergillus* sp.	8	**11.11**		NG -	
	OPD	**2.22**	2	*Fusarium* sp.	1	**2.22**	2	*Aspergillus* sp.	2	**2.22**		NG -	
				ราดำ	1								
	LAB	**10.00**	9	*Aspergillus* sp.	9	**8.89**	8	*Aspergillus* sp.	8	**9.44**	8	*Aspergillus* sp. 8	**8.89**
	ADM	**8.89**	8	*Penicillium* sp.	6	**11.11**	10	*Aspergillus* sp.	8	**10.00**		NG	
				ราดำ	2	**0.00**		ราดำ	2				

หมายเหตุ : ER คือ แผนกฉุกเฉิน WARD คือ แผนกผู้ป่วยใน OPD คือ แผนกผู้ป่วยนอก LAB คือ แผนกห้องปฏิบัติการ ADM คือ แผนกบริหารทั่วไป

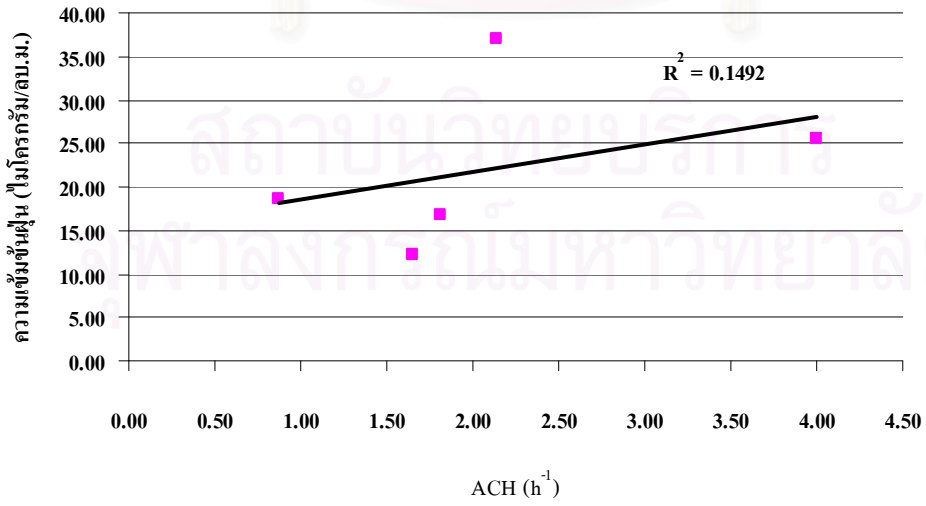
ภาคผนวก ง
ความสัมพันธ์ระหว่างฝุ่นกับปัจจัยทางกายภาพ

ความสัมพันธ์ระหว่างการระบายอากาศกับความเข้มข้นฝุ่น

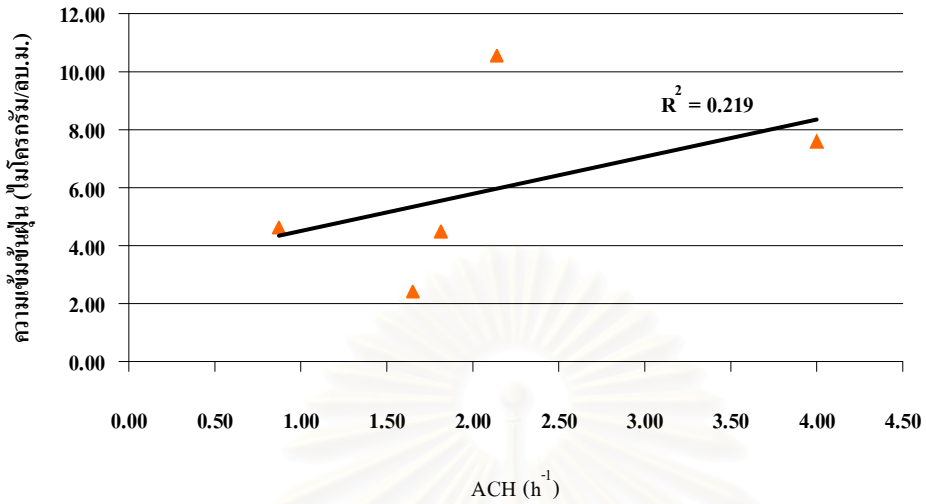
ฤดูแล้ง



ภาพที่ ง-1 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราระบายอากาศและความเข้มข้นฝุ่นขนาดไม่เกิน 15 ไมครอน ของฤดูแล้ง



ภาพที่ ง-2 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราระบายอากาศและความเข้มข้นฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ของฤดูแล้ง



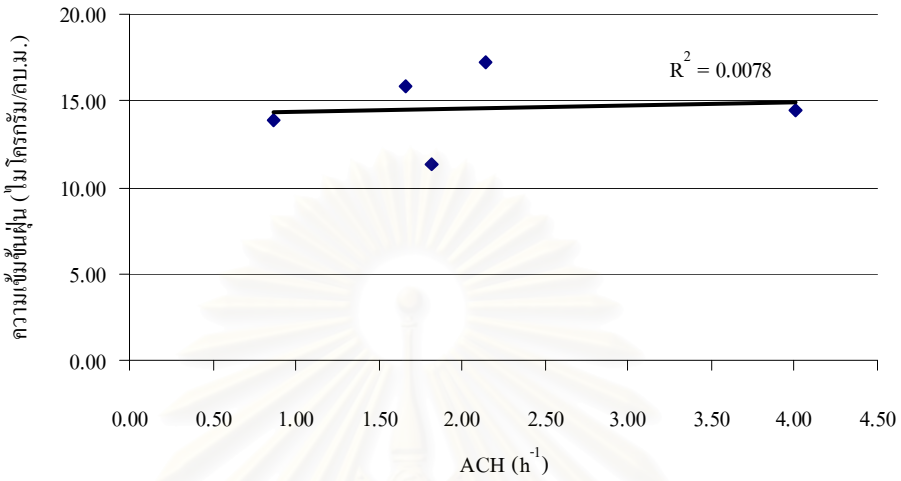
ภาพที่ ง-3 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราระบายอากาศและความเข้มข้นฝุ่นขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน ของฤดูแล้ง

ตารางที่ ง-1 ค่า R^2 ของฝุ่นแต่ละขนาดกับอัตราระบายอากาศในฤดูแล้ง

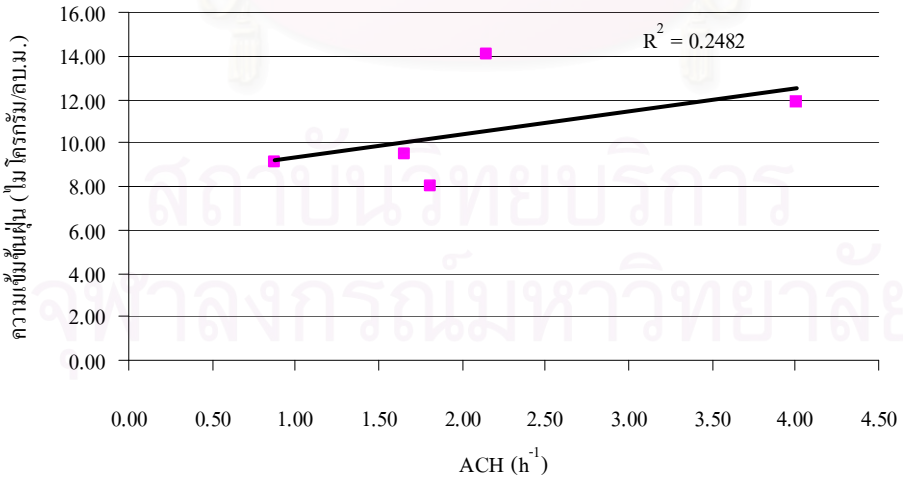
ขนาดฝุ่น	R^2
PM_{15}	0.14
PM_{10}	0.15
$PM_{2.5}$	0.22

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

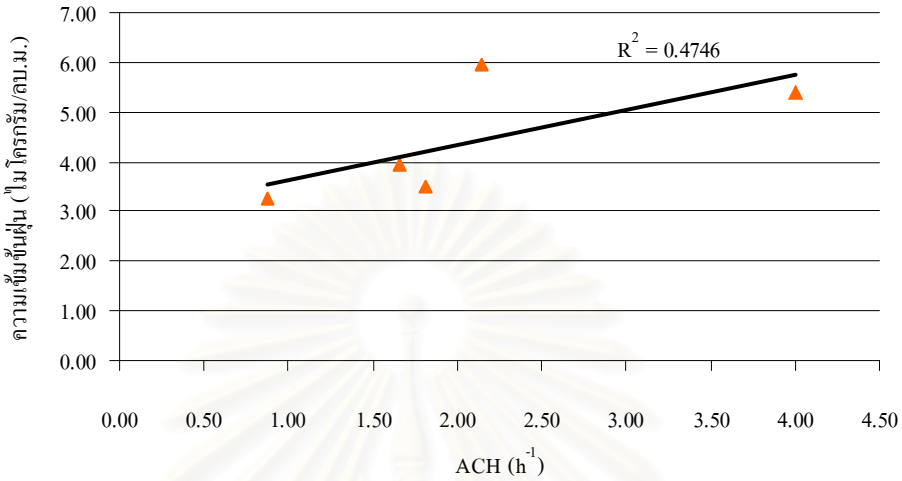
ฤดูฝน



ภาพที่ ง-4 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราระบายอากาศและความเข้มข้นฝุ่นขนาดไม่เกิน 15 ไมครอน ของฤดูฝน



ภาพที่ ง-5 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราระบายอากาศและความเข้มข้นฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ของฤดูฝน



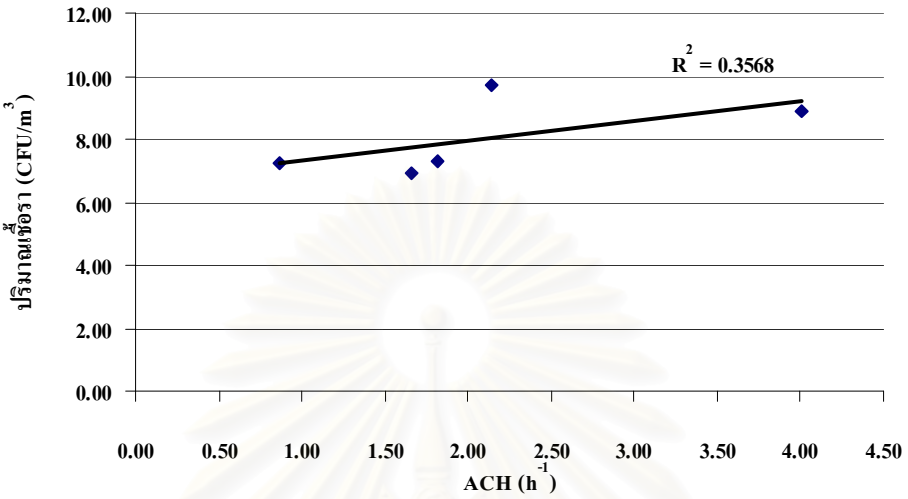
ภาพที่ ง-6 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราระบายอากาศและความเข้มข้นฝุ่นขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน ของฤดูฝน

ตารางที่ ง-2 ค่า R^2 ของฝุ่นแต่ละขนาดกับอัตราระบายอากาศในฤดูฝน

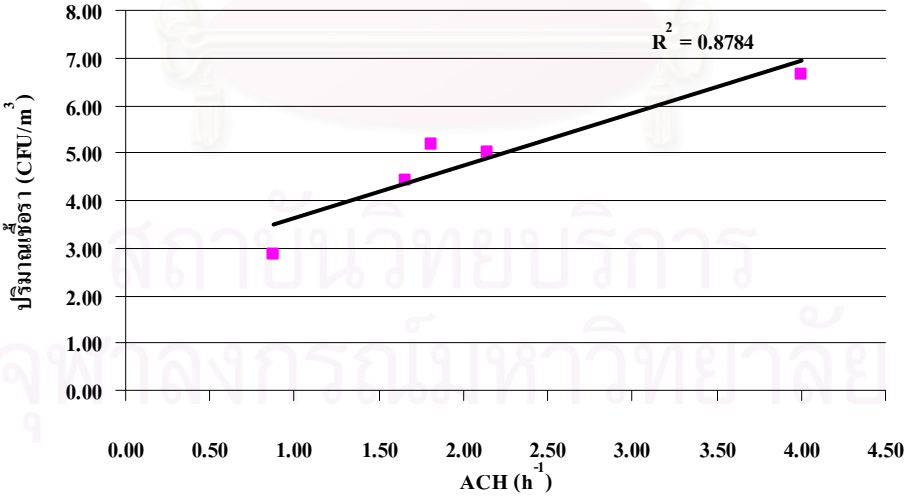
ขนาดฝุ่น	R^2
PM_{15}	0.01
PM_{10}	0.25
$PM_{2.5}$	0.47

ความสัมพันธ์ระหว่างการระบายอากาศและเชื้อรา

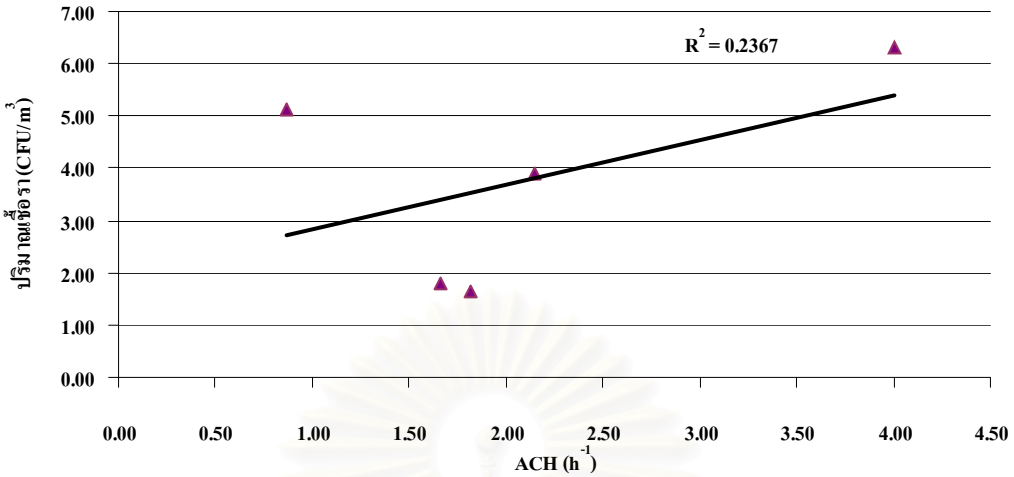
ฤดูแล้ง



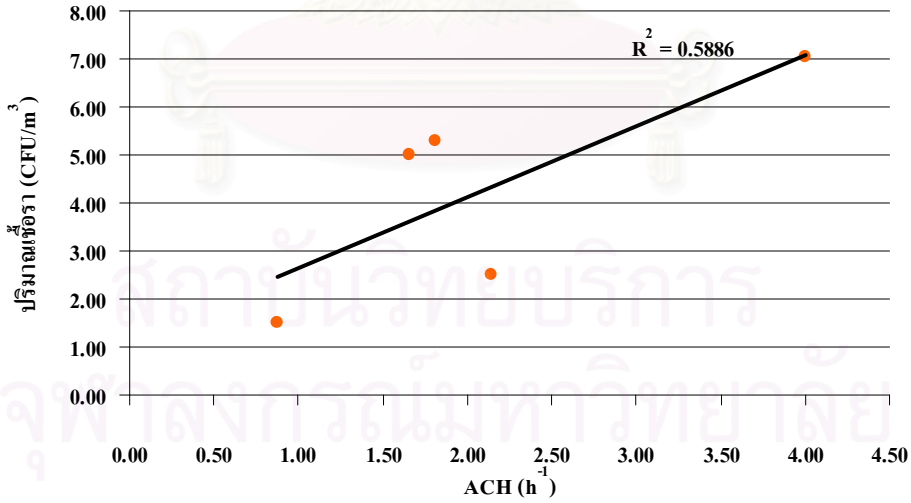
ภาพที่ ง-7 ความสัมพันธ์ระหว่างการระบายอากาศกับเชื้อราที่บ่มในอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียสในฤดูแล้ง



ภาพที่ ง-8 ความสัมพันธ์ระหว่างการระบายอากาศกับเชื้อราที่บ่มในอุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียสในฤดูแล้ง



ภาพที่ ง-9 ความสัมพันธ์ระหว่างการระบายอากาศและเชื้อราที่บ่มในอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียสในฤดูฝน



ภาพที่ ง-10 ความสัมพันธ์ระหว่างการระบายอากาศกับเชื้อราที่บ่มในอุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียสในฤดูฝน

ความสัมพันธ์ระหว่างฝุ่นกับเชื้อรา

แผนกฉุกเฉิน

ตารางที่ ง-3 ค่าความสัมพันธ์ของฝุ่นแต่ละขนาดกับเชื้อราของแผนกฉุกเฉิน

ขนาดฝุ่น	ค่าความสัมพันธ์ (r)			
	ฤดูแล้ง		ฤดูฝน	
	เชื้อราที่บ่มที่ 25^{O}C	เชื้อราที่บ่มที่ 37^{O}C	เชื้อราที่บ่มที่ 25^{O}C	เชื้อราที่บ่มที่ 37^{O}C
PM_{15}	0.52	0.34	-0.14	0.10
PM_{10}	0.55	0.27	-0.14	0.12
$PM_{2.5}$	0.69	0.02	0.43	0.75

แผนกผู้ป่วยใน

ตารางที่ ง-4 ค่าความสัมพันธ์ของฝุ่นแต่ละขนาดกับเชื้อราของแผนกผู้ป่วยใน

ขนาดฝุ่น	ค่าความสัมพันธ์ (r)			
	ฤดูแล้ง		ฤดูฝน	
	เชื้อราที่บ่มที่ 25^{O}C	เชื้อราที่บ่มที่ 37^{O}C	เชื้อราที่บ่มที่ 25^{O}C	เชื้อราที่บ่มที่ 37^{O}C
PM_{15}	0.42	0.35	0.54	-0.98
PM_{10}	0.53	0.38	0.67	-0.93
$PM_{2.5}$	0.47	0.29	1.00	-0.28

แผนกผู้ป่วยนอก

ตารางที่ ง-5 ค่าความสัมพันธ์ของฝุ่นแต่ละขนาดกับเชื้อราของแผนกผู้ป่วยนอก

ขนาดฝุ่น	ค่าความสัมพันธ์ (r)			
	ฤดูแล้ง		ฤดูฝน	
	เชื้อราที่บ่มที่ 25^{O}C	เชื้อราที่บ่มที่ 37^{O}C	เชื้อราที่บ่มที่ 25^{O}C	เชื้อราที่บ่มที่ 37^{O}C
PM_{15}	-0.15	-0.54	0.40	-0.26
PM_{10}	-0.07	-0.58	0.60	-0.10
$PM_{2.5}$	-0.17	-0.39	0.11	0.65

แผนกห้องปฏิบัติการ

ตารางที่ ง-6 ค่าความสัมพันธ์ของฝุ่นแต่ละขนาดกับเชื้อราของแผนกห้องปฏิบัติการ

ขนาดฝุ่น	ค่าความสัมพันธ์ (r)			
	ฤดูแล้ง		ฤดูฝน	
	เชื้อราที่บ่มที่ 25^{O}C	เชื้อราที่บ่มที่ 37^{O}C	เชื้อราที่บ่มที่ 25^{O}C	เชื้อราที่บ่มที่ 37^{O}C
PM_{15}	0.80	0.48	0.38	-0.35
PM_{10}	0.85	0.32	0.29	-0.21
$PM_{2.5}$	0.69	0.16	0.62	0.17

แผนกบริหารทั่วไป

ตารางที่ ง-6 ค่าความสัมพันธ์ของฝุ่นแต่ละขนาดกับเชื้อราของแผนกบริการทั่วไป

ขนาดฝุ่น	ค่าความสัมพันธ์ (r)			
	ฤดูแล้ง		ฤดูฝน	
	เชื้อราที่บ่มที่ 25^{O}C	เชื้อราที่บ่มที่ 37^{O}C	เชื้อราที่บ่มที่ 25^{O}C	เชื้อราที่บ่มที่ 37^{O}C
PM_{15}	0.72	0.56	0.90	-0.75
PM_{10}	0.60	0.68	0.95	-0.79
$PM_{2.5}$	0.20	0.78	0.91	-0.78

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

ชื่อ	นายณัติฐพงศ์ เด่นจักรวาฬ
วันเดือนปีเกิด	4 กันยายน 2523
สถานที่เกิด	กรุงเทพมหานคร
วุฒิการศึกษา	วิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ. วิทยาศาสตร์สุขภาพ) คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย