การแพร่กระจายของเชื้อราในอากาศภายในห้องปฏิบัติการเทคนิคการแพทย์: กรณีศึกษาห้องปฏิบัติการเทคนิคการแพทย์ โรงพยาบาลนครปฐม จังหวัดนครปฐม

โดย

นายพิทักษ์ คิมนารักษ์

การค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม

ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

ปีการศึกษา 2558

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

การแพร่กระจายของเชื้อราในอากาศภายในห้องปฏิบัติการเทคนิคการแพทย์: กรณีศึกษาห้องปฏิบัติการเทคนิคการแพทย์ โรงพยาบาลนครปฐม จังหวัดนครปฐม

โดย

นายพิทักษ์ คิมนารักษ์

การค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม

ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

ปีการศึกษา 2558

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

DISTRIBUTION OF FUNGI IN MEDICAL TECHNOLOGY LABORATORY: CASE STUDY OF MEDICAL TECHNOLOGY LABORATORY, NAKHON PATHOM HOSPITAL, NAKHON PATHOM PROVINCE

By

Mr. Pitak Kimnarak

An Independent Study Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the degree

Master of Science Program in Environmental Science

Department of Environmental Science

Graduate School, Silpakorn University

Academic Year 2015

Copyright of Graduate School, Silpakorn University

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร อนุมัติให้การค้นคว้าอิสระเรื่อง “การแพร่กระจายของเชื้อราในอากาศภายในห้องปฏิบัติการเทคนิคการแพทย์: กรณีศึกษาห้องปฏิบัติการเทคนิคการแพทย์ โรงพยาบาลนครปฐม จังหวัดนครปฐม” เสนอโดย นายพิทักษ์ คิมนารักษ์ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม

.....

(รองศาสตราจารย์ ดร.ปานใจ ธารทัศนวงศ์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่.....เดือน..... พ.ศ.....

อาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นภวรรณ รัตสุข

คณะกรรมการตรวจสอบการค้นคว้าอิสระ

..... ประธานกรรมการ

(อาจารย์ ดร.ดาวรุ่ง สังข์ทอง)

...../...../.....

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อังก์ศิริ ทิพยารมณ์)

...../...../.....

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นภวรรณ รัตสุข)

...../...../.....

55311314 : สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม
คำสำคัญ : เชื้อราในอากาศ/ห้องปฏิบัติการเทคนิคการแพทย์/การแพร่กระจายเชื้อ

พิทักษ์ คิมนารักษ์ : การแพร่กระจายของเชื้อราในอากาศภาย ในห้องปฏิบัติการเทคนิคการแพทย์ : กรณีศึกษาห้องปฏิบัติการเทคนิคการแพทย์ โรงพยาบาลนครปฐม จังหวัดนครปฐม . อาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ : ผศ.ดร.นภวรรณ รัตสุข. 70 หน้า.

งานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณเชื้อราที่ปนเปื้อนในอากาศภายในห้องปฏิบัติการเทคนิคการแพทย์ จำนวน 5 ห้องของโรงพยาบาลนครปฐม จังหวัดนครปฐม และหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเชื้อราที่พบกับปัจจัยทางสิ่งแวดล้อม ได้แก่ อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ ตลอดจนจำนวนผู้ใช้งานห้องดังกล่าว การเก็บตัวอย่างทำโดยวิธี Open plate โดยเก็บทุกวันทำการ วันละ 2 ชั่วโมง เป็นระยะเวลา 3 เดือน ตั้งแต่เดือนสิงหาคม 2558 ถึง ตุลาคม 2558 ผลการสำรวจพบเชื้อราที่ปนเปื้อนในอากาศทั้งหมด 7 ชนิด โดยเชื้อราที่พบมากที่สุด คือ *Alternaria* sp. จำนวน 21.38 cfu/plate/hr หรือคิดเป็นร้อยละ 45.07 ของจำนวนเชื้อราทั้งหมด รองลงมา คือ *Penicillium* sp. จำนวน 17.24 cfu/plate/hr (ร้อยละ 36.35) *Aspergillus* sp. จำนวน 4.54 cfu/plate/hr (ร้อยละ 9.58) *Rhizopus* sp. จำนวน 3.68 cfu/plate/hr (ร้อยละ 7.75) *Fusarium* sp. จำนวน 0.37 cfu/plate/hr (ร้อยละ 0.77) *Mucor* sp. จำนวน 0.16 cfu/plate/hr (ร้อยละ 0.33) และ *Cladosporium* sp. จำนวน 0.07 cfu/plate/hr (ร้อยละ 0.15) ตามลำดับ ห้องปฏิบัติการที่ มีเชื้อรามากที่สุด คือ ห้องปฏิบัติก ารเทคนิคการแพทย์แผนกผู้ป่วยนอก พบจำนวน 17.51 cfu/plate/hr รองลงมา คือ ห้องธนาคารเลือด 10.49 cfu/plate/hr และ ห้องปฏิบัติการกลาง 7.27 cfu/plate/hr ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบปริมาณเชื้อราที่พบกับ เกณฑ์มาตรฐาน การปนเปื้อนเชื้อจุลชีพ ในอากาศ (IMA) พบว่า ห้องส่วนใหญ่ จัดอยู่ใน IMA ระดับดี ยกเว้นห้องจุลชีววิทยา ที่จัดอยู่ในระดับดีมาก การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติ สหสัมพันธ์เพียร์สัน (Pearson correlation coefficient, r) บ่งชี้ว่าปริมาณเชื้อราที่พบมีความสัมพันธ์แบบแปรผันตามกันกับจำนวนผู้ใช้งานมากกว่าอุณหภูมิภายในห้องปฏิบัติการ (r = 0.892 และ r = 0.6377 ตามลำดับ) ส่วนความชื้นสัมพัทธ์แทบจะไม่มีความสัมพันธ์กับปริมาณเชื้อราที่พบ (r = - 0.543)

ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
ลายมือชื่อนักศึกษา..... ปีการศึกษา 2558
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ.....

55311314 : MAJOR: ENVIRONMENTAL SCIENCE
KEY WORD : FUNGI/MEDICAL TECHNOLOGY LABORATORY/DISTRIBUTION
PITAK KIMNARAK : DISTRIBUTION OF FUNGI IN MEDICAL TECHNOLOGY LABORATORY: CASE STUDY OF MEDICAL TECHNOLOGY LABORATORY, NAKHON PATHOM HOSPITAL, NAKHON PATHOM PROVINCE. INDEPENDENT STUDY ADVISOR : ASST.PROF.NOPPAWAN RATTASUK, Ph.D. 70 pp.

The purposes of this study were to quantify the amount of fungi contaminated in an indoor air within 5 medical technology laboratories of Nakhon Pathom hospital, Nakorn Pathom province and to determine the correlation of the findings with environmental factors including room temperature and relative humidity as well as the number of patients receiving service. An open plate technique was used as a sampling method in the study. Samples were collected 2 hours per day, every working day for the period of 3 months, from August 2015 – October 2015. Results showed that seven fungal genera were identified. The most frequently found was *Alternaria* sp. (21.38 cfu/plate/hr, or 45.07% of the total), while *Penicillium* sp., *Aspergillus* sp., *Rhizopus* sp., *Fusarium* sp., *Mucor* sp., and *Cladosporium* sp., were detected at 17.24 cfu/plate/hr (36.35%), 4.54 cfu/plate/hr (9.58%), 3.68 cfu/plate/hr (7.75%), 0.37 cfu/plate/hr (0.77%), 0.16 cfu/plate/hr (0.33%), and 0.07 cfu/plate/hr (0.15%), respectively. Area with the highest fungal load was the laboratory of outpatient department, 17.51 cfu/plate/hr. Other labs including blood bank, central laboratory, office, and bacterial culture laboratory had lower level of airborne fungi, 10.49, 7.27, 6.40, and 5.81 cfu/plate/hr, respectively. According to the index of microbial air contamination (IMA), all laboratories were classified as IMA level good, with the exception of the microbiology room that met the excellent level. Statistical analysis of the data based on Pearson correlation coefficient (r) suggested that the number of patients rather than room temperature had a high positive correlation with fungal load (r = 0.892 and 0.6377, respectively). A moderately negative correlation was found between fungal load and relative humidity in the labs (r = - 0.543).

Department of Environmental Science Graduate School, Silpakorn University
Student's signature..... Academic Year 2015
Independent Study Advisor's signature .....

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จได้ด้วยความช่วยเหลือและคำแนะนำจากคณาจารย์และบุคลากรหลายท่าน ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นภวรรณ รัตสุข อาจารย์ที่ปรึกษาสาระนิพนธ์และคณะกรรมการ ทุกท่าน อาจารย์ ดร .ดาวรุ่ง สังข์ทอง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร .อังก์ศิริ ทิพยารมณ์ และ อาจารย์จารุวรรณ หวะสุวรรณ ที่กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำข้อคิดเห็นต่าง ๆ และช่วยแก้ปัญหาระหว่างทำงานวิจัยครั้งนี้เป็นอย่างดียิ่ง ตลอดจนตรวจสอบและแก้ไขข้อผิดพลาดต่าง ๆ ของสาระนิพนธ์เล่มนี้จนเสร็จสมบูรณ์ ขอขอบพระคุณอาจารย์และเจ้าหน้าที่ภาควิชาวิทย าศาสตร์สิ่งแวดล้อมที่ช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกในการใช้เครื่องมือ อุปกรณ์ และงานเอกสารต่าง ๆ ในการทำวิจัยครั้งนี้

ขอขอบพระคุณหัวหน้ากลุ่มงานพยาธิวิทยาคลินิกที่อนุญาตให้มาศึกษาต่อ และให้ใช้สถานที่ในการทำวิจัยครั้งนี้ ตลอดจนเพื่อนร่วมงานที่ช่วยเหลืออำนวยความสะดวกในการทำวิจัย

ขอขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ พี่ น้อง ทุกคนที่ได้ให้การสนับสนุน เป็นกำลังใจให้คำปรึกษาและช่วยเหลือข้าพเจ้า ทำให้งานวิจัยนี้ประสบผลสำเร็จได้ด้วยดี

มหาวิทยาลัยศิลปากร

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญตาราง ..... ญ

สารบัญรูป ..... ฏ

บทที่

1 บทนำ 1

ที่มาและความสำคัญ 1

วัตถุประสงค์ 2

ขอบเขตการศึกษา 2

ประโยชน์ที่ได้รับ 3

2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 4

จุลชีพในอากาศ 4

ประเภทของจุลชีพในอากาศ 5

ปัจจัยที่มีผลต่อการแพร่กระจายของจุลชีพในอากาศ 6

กลไกการแพร่กระจายเชื้อ 7

เชื้อโรคที่แพร่กระจายทางอากาศ 8

เชื้อรา 9

สัณฐานวิทยาของเชื้อรา 10

การจำแนกหมวดหมู่ของเชื้อรา 10

การสืบพันธุ์และการแพร่กระจายของสปอร์ 11

การเจริญของเชื้อรา 12

สภาพแวดล้อมที่มีผลต่อการเจริญของเชื้อรา 12

การดำรงชีวิตของเชื้อรา 13

โทษของเชื้อรา 14

บทที่ หน้า
การก่อโรคของเชื้อรา ... 15
ชนิดและปริมาณของเชื้อราที่พบมากในอากาศ ... 16
การตรวจวินิจฉัยเชื้อราในอากาศ ... 19
มาตรฐานการตรวจวัดคุณภาพอากาศ ... 19
การป้องกันและแก้ปัญหาการแพร่กระจายเชื้อทางอากาศในสถานพยาบาล ... 21
การป้องกันการแพร่กระจายเชื้อทางอากาศในสถานพยาบาล ... 21
การแก้ปัญหาคุณภาพอากาศภายในอาคารภายในสถานพยาบาล ... 22
ห้องปฏิบัติการเทคนิคการแพทย์ ... 23
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ... 28
3 วิธีการทดลอง ... 31
การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ ... 31
ส่วนประกอบของอาหารเลี้ยงเชื้อ Potato dextrose agar (PDA) ... 31
การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ Potato dextrose agar (PDA) ... 31
ขั้นตอนการเก็บตัวอย่าง ... 32
สถานที่เก็บตัวอย่าง ... 32
แผนผังห้องปฏิบัติการเทคนิคการแพทย์ โรงพยาบาลนครปฐมและจุดเก็บตัวอย่าง ... 33
ช่วงเวลาและขั้นตอนในการเก็บตัวอย่าง ... 35
การวิเคราะห์หาเชื้อ ... 35
ปัจจัยที่เกี่ยวข้อง ... 36
การวิเคราะห์ข้อมูล ... 36
4 ผลการศึกษา วิเคราะห์ข้อมูล และอภิปรายผล ... 37
ปริมาณเชื้อราในอากาศในห้องปฏิบัติการเทคนิคการแพทย์ โรงพยาบาลนครปฐม ... 37
การจัดจำแนกชนิดของเชื้อรา ... 38
ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนเชื้อรากับปัจจัยสภาพแวดล้อม ... 45
ปัจจัยสภาพแวดล้อม ... 45
ความสัมพันธ์ทางสถิติของปัจจัยแวดล้อมกับปริมาณเชื้อราที่พบในห้องปฏิบัติการเทคนิคการแพทย์ โรงพยาบาลนครปฐม ... 47

บทที่ หน้า
แนวทางในการควบคุมและลดปริมาณเชื้อราในอากาศของห้องปฏิบัติการ
เทคนิคการแพทย์ โรงพยาบาลนครปฐม 49
5 สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ 51
รายการอ้างอิง 53
ภาคผนวก 57
ภาคผนวก ก 58
ภาคผนวก ข 68
ภาคผนวก ค 69
ประวัติผู้วิจัย 70

มหาวิทยาลัยศิลปากร

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	เชื้อจุลชีพก่อโรคที่พบภายในอาคาร	6
2.2	เชื้อก่อโรคระบบทางเดินหายใจที่แพร่กระจายทางอากาศ	7
2.3	ชนิดของสารพิษจากเชื้อรา (Mycotoxin) เชื้อราต้นเหตุและความผิดปกติที่เกิดขึ้น	15
2.4	การกำหนดจำนวนจุดตัวอย่างที่ใช้ในการตรวจวัด	19
2.5	เกณฑ์มาตรฐานการปนเปื้อนเชื้อจุลชีพในอากาศ (The index of microbial air contamination, IMA)	20
2.6	ระดับการปนเปื้อนเชื้อจุลชีพในอากาศ (IMA) สูงสุดที่ยอมรับได้	20
4.1	ปริมาณเชื้อราในอากาศภายในห้องปฏิบัติการเทคนิคการแพทย์ โรงพยาบาลนครปฐม	37
4.2	จำนวนเชื้อราที่พบในห้องปฏิบัติการเทคนิคการแพทย์โรงพยาบาลนครปฐมกับ IMA Class	38
4.3	ปริมาณเฉลี่ยชนิดของเชื้อราที่พบในห้องปฏิบัติการเทคนิคการแพทย์ จำนวน 5 ห้อง ของโรงพยาบาลนครปฐม	39
4.4	เปรียบเทียบปริมาณเชื้อรากับปัจจัยด้านอุณหภูมิภายในห้องปฏิบัติการทั้งหมด จำนวน 5 ห้อง	46
4.5	เปรียบเทียบปริมาณเชื้อรากับปัจจัยด้านความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องปฏิบัติการทั้งหมด จำนวน 5 ห้อง	46
4.6	เปรียบเทียบปริมาณเชื้อรากับปัจจัยด้านจำนวนผู้ใช้งานภายในห้องปฏิบัติการทั้งหมด จำนวน 5 ห้อง	48
4.7	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สันความสัมพันธ์ระหว่างเชื้อรากับปัจจัย ในการใช้งานพื้นที่ห้องทำงาน	
ก.1	บันทึกปริมาณเชื้อราและปัจจัยที่เกี่ยวข้องห้องปฏิบัติการผู้ป่วยนอก	58
ก.2	บันทึกปริมาณเชื้อราและปัจจัยที่เกี่ยวข้องห้องปฏิบัติการผู้ป่วยใน	60
ก.3	บันทึกปริมาณเชื้อราและปัจจัยที่เกี่ยวข้องห้องธนาคารเลือด	62
ก.4	บันทึกปริมาณเชื้อราและปัจจัยที่เกี่ยวข้องห้องจุลชีววิทยา	64
ก.5	บันทึกปริมาณเชื้อราและปัจจัยที่เกี่ยวข้องห้องธุรการ	66
ข.1	ผลการคำนวณค่าความสัมพันธ์เพียร์สัน	68

ตารางที่ หน้า

ค.1 ปริมาณเชื้อราแยกตามชนิดของแต่ละห้อง 69

มหาวิทยาลัยศิลปากร

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2.1	การเคลื่อนที่ตามขนาดของอนุภาคในอากาศเข้าสู่ส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย	5
2.2	ลักษณะโคโลนีและโครงสร้างภายใต้กล้องจุลทรรศน์ของเชื้อรา *Aspergillus flavus*	17
2.3	ลักษณะโคโลนีและโครงสร้างภายใต้กล้องจุลทรรศน์ของเชื้อรา *Penicillum* sp	18
2.4	ลักษณะโคโลนีและโครงสร้างภายใต้กล้องจุลทรรศน์ของเชื้อรา *Mucor* sp	18
2.5	ห้องปฏิบัติการเทคนิคการแพทย์แผนกผู้ป่วยนอก (OPD Lab)	24
2.6	ห้องปฏิบัติการกลาง (Central Lab)	25
2.7	งานธนาคารเลือด (Blood Bank)	26
2.8	ห้องจุลชีววิทยา (Microbiology)	27
2.9	ห้องธุรการ (Office)	27
3.1	ที่ตั้งของห้องปฏิบัติการเทคนิคการแพทย์ในโรงพยาบาลนครปฐม	32
3.2	แผนผังห้องปฏิบัติการแผนกผู้ป่วยนอก	33
3.3	แผนผังห้องปฏิบัติการกลาง	33
3.4	แผนผังงานธนาคารเลือด	34
3.5	แผนผังห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา	34
3.6	แผนผังห้องธุรการ	35
4.1	*Alternaria* sp. (ก) ลักษณะโคโลนีบนอาหารเลี้ยงเชื้อ (ข) โครงสร้างภายใต้กล้องจุลทรรศน์	40
4.2	Penicillium sp. (ก) ลักษณะโคโลนีบนอาหารเลี้ยงเชื้อ (ข) โครงสร้างภายใต้กล้องจุลทรรศน์	40
4.3	*Aspergillus* sp. (ก) ลักษณะโคโลนีบนอาหารเลี้ยงเชื้อ (ข) โครงสร้างภายใต้กล้องจุลทรรศน์	41
4.4	*Rhizopus* sp. (ก) ลักษณะโคโลนีบนอาหารเลี้ยงเชื้อ (ข) โครงสร้างภายใต้กล้องจุลทรรศน์	42
4.5	*Fusarium* sp. (ก) ลักษณะโคโลนีบนอาหารเลี้ยงเชื้อ (ข) โครงสร้างภายใต้กล้องจุลทรรศน์	42

รูปที่ หน้า

4.6 *Mucor* sp. (ก) ลักษณะโคโลนีบนอาหารเลี้ยงเชื้อ
(ข) โครงสร้างภายใต้กล้องจุลทรรศน์ 43

4.7 *Cladosporium* sp. (ก) ลักษณะโคโลนีบนอาหารเลี้ยงเชื้อ
(ข) โครงสร้างภายใต้กล้องจุลทรรศน์ 44

4.8 ชนิดของเชื้อราและปริมาณเฉลี่ย (ร้อยละ) ที่พบในห้องปฏิบัติการเทคนิคการแพทย์
ทั้ง 5 ห้องของโรงพยาบาลนครปฐม..... 45

มหาวิทยาลัยศิลปากร

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

เชื้อราเป็นจุลชีพขนาดเล็ก สามารถฟุ้งกระจายไปในอากาศได้ดีทั้งเส้นใยเชื้อราและสปอร์ เชื้อราเป็นสาเหตุสำคัญของโรคทางเดินหายใจ เช่น โรคภูมิแพ้ ในประเทศสหรัฐอเมริกาพบผู้ป่วยเยื่อจมูกอักเสบที่เกิดภายในสถานที่ทำงาน จำนวน 3.5 ล้านคน ซึ่งมีสาเหตุมาจากเชื้อรา *Aspergillus sp., Cladosporium sp.*, และ *Alternaria sp.* (Monireh et al., 2010) นอกจากเป็นสาเหตุของโรคภูมิแพ้แล้ว เชื้อรายังเป็นจุลชีพที่สำคัญที่ก่อให้เกิดโรคแทรกซ้อนในผู้ป่วยที่มีภูมิคุ้มกันต่ำกว่าปกติ ที่เรียกว่า เชื้อฉวยโอกาส (Opportunistic fungal pathogens) ซึ่งพบได้มากในโรงพยาบาล โดยเฉพาะกลุ่มผู้ป่วยโรคเอดส์ วัณโรค และผู้ป่วยโรคมะเร็ง

เชื้อราส่วนมากที่พบในอาคาร เกิดจากการย่อยสลายสารอินทรีย์ โดยมีความชื้น อุณหภูมิ และ การระบายอากาศ เป็นปัจจัยที่ช่วยส่งเสริมการเจริ ญเติบโตและการแพร่กระจายของเชื้อ ความสามารถในการก่อโรคของเชื้อรามีหลากหลายทั้งจากเส้นใย หรือจากสปอร์ข องเชื้อรา เช่น เส้นใยของเชื้อราสามารถทำให้เกิดโรคภูมิแพ้ สปอร์ของเชื้อราที่มีขนาดเล็กและเบาสามารถฟุ้งกระจายไปในอากาศ และเข้าสู่ทางเดินหายใจได้ดี นอกจากนี้ เชื้อราบางชนิดยังสามารถสร้างสารพิษ (Toxin) เช่น สาร Aflatoxin ที่ผลิตโดยเชื้อรา *Aspergillus sp.* เป็นต้น เมื่อสัมผัสเข้าสู่ร่างกายจะมีพิษต่อระบบทางเดินหายใจ ทำลายเยื่อเมือก ทำให้ระคาย เคือง เชื้อราหลายชนิดสามารถผลิต Volatile organic compounds (VOCs) และแอลกอฮอล์ได้ ถ้าได้รับเป็นจำนวนมากจะส่งผลต่อระบบทางเดินหายใจ ปวดศีรษะ วิงเวียนศีรษะ ผิวหนังอักเสบ หรืออาจทำให้เกิดอาการท้องเสียได้

โรงพยาบาลนครปฐมเป็นโรงพยาบาลประจำจังหวัดนครปฐม ให้บ ริการกับประชาชนเป็นจำนวนมาก มีผู้ป่วยเข้ารับการรักษาหลากหลายโรคทั้งที่เ ป็นโรคติดต่อและโรคไม่ติดต่อ ความแออัดจากจำนวนผู้ป่วยและสถานที่ให้บริการที่จำกัด จึงเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งเสริมการเจริญเติบโตและการแพร่กระจายของเชื้อราได้เป็นอย่างดี โดยห้องที่มีปัจจัยเสี่ยงต่อการสะสมและเจริญของเชื้อรา คือห้องที่มีการสัมผัสกับผู้ป่วยและมีความแออัดของผู้ป่วยเป็นจำนวนมาก มีการระบายอากาศที่ไม่ดี อุณหภูมิอยู่ในช่วง 20-30 องศาเซลเซียส และมีความชื้นภายในห้องสูง ห้องปฏิบัติการเทคนิคการแพทย์มีห้องสำหรับรอเจาะเลือด ที่มีผู้ป่วยจำนวนมาก เป็นห้องหนึ่งที่มีความเสี่ยงต่อการกระจายของเชื้อรา เนื่องจากภายในห้องเป็นระบบปิด มีเครื่องปรับอากาศภายในห้อง อุณหภูมิประมาณ 25 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ประมาณ ร้อยละ 50 ด้วยเหตุนี้ ห้องเจาะเลือดจึงมีโอกาสพบเชื้อราใน

อากาศได้มาก โอกาสที่เชื้อรา แพร่กระจายจากผู้ป่วยสู่ผู้ป่ วยด้วยกันเอง หรือจากผู้ป่วยสู่เจ้าหน้าที่ที่ปฏิบัติงาน จึงมีอยู่สูง และนอกจากนี้ เจ้าหน้าที่ ที่ได้รับเชื้ออาจนำเชื้อไปสู่ ห้องปฏิบัติงานอื่น ๆ ได้

ด้วยเหตุนี้ การแยกและการตรวจหาเชื้อราในอากาศภายในห้องปฏิบัติการเทคนิคการแพทย์ จึงมีความสำคัญต่อการประเมินค วามเสี่ยงต่อการสัมผัสเชื้อราที่อาจก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพของผู้ป่วยที่เข้ารับบริการ และเจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงาน

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาปริมาณเชื้อราในอากาศในห้องปฏิบัติการเทคนิคการแพทย์ โรงพยาบาลนครปฐม จังหวัดนครปฐม
2. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเชื้อรากับอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในห้องทำงาน
3. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างเชื้อรากับ ปริมาณผู้รับบริการ ของห้องปฏิบัติการเทคนิคการแพทย์ โรงพยาบาลนครปฐม

1.3 ขอบเขตการศึกษา

1. ทำการศึกษาภายในห้องปฏิบัติการเทคนิคการแพทย์ ของโรงพยาบาลนครปฐม จังหวัดนครปฐม จำนวน 5 ห้อง ดังนี้

ห้องปฏิบัติการเทคนิคการแพทย์แผนกผู้ป่วยนอก (OPD Lab)
ห้องปฏิบัติการกลาง (Central Lab)
งานธนาคารเลือด (Blood Bank)
ห้องจุลชีววิทยา (Microbiology)
ห้องธุรการ (Office)

2. เก็บตัวอย่างโดยวิธี Open plate ที่ความสูงจากพื้น 75 เซนติเมตร
3. ปัจจัยทางสิ่งแวดล้อม ที่ศึกษา ได้แก่ อุณหภูมิภายในห้อง ความชื้นสัมพัทธ์ และ จำนวนของผู้ป่วยที่มารับบริการ
4. เก็บตัวอย่างในช่วงเวลา 9.00 – 11.00 น. ซึ่งเป็นช่วงที่มีผู้ป่วยและเจ้าหน้าที่ปฏิบัติงานมากที่สุด จึงมีโอกาสพบเชื้อจุลชีพมากที่สุด

1.4 ประโยชน์ที่ได้รับ

1. ทราบปริมาณเชื้อราในอากาศในห้องปฏิบัติการเทคนิคการแพทย์ โรงพยาบาลนครปฐม
2. ทราบความสัมพันธ์ระหว่างเชื้อรากับปัจจัยสิ่งแวดล้อมในพื้นที่ห้องทำงาน
3. ทราบความสัมพันธ์ระหว่างเชื้อราจำนวนผู้ใช้งานห้องปฏิบัติการ

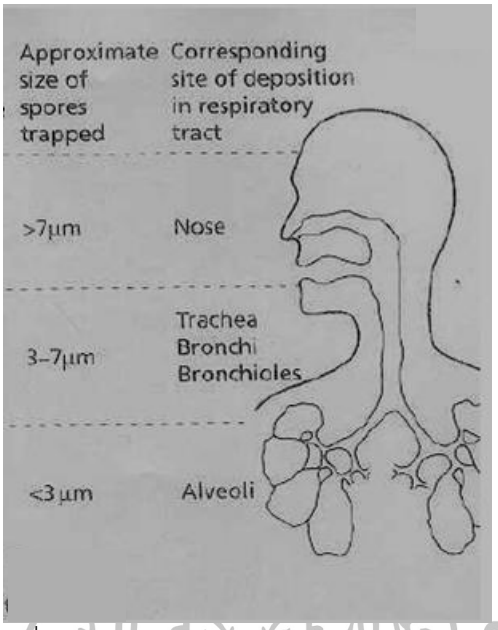
บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 จุลชีพในอากาศ

จุลชีพ (Microorganism) คือ สิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า ต้องใช้กล้องจุลทรรศน์เป็นอุปกรณ์ในการมองเห็น จุลชีพมีทั้งที่เป็นประโยชน์และก่อให้เกิดโรค สามารถพบได้ในสิ่งแวดล้อมทั่วไปเกือบทุกพื้นที่ เช่น ในอากาศ ในน้ำ ในดิน และในสิ่งมีชีวิต เป็นต้น ซึ่งความหลากหลายของจุ ลชีพเหล่านี้ เมื่อนำมาดัดแปลง สามารถก่อให้เกิด เพื่อใช้ประโยชน์มากมาย ทั้งนำมาหมักประกอบอาหาร ผลิตยารักษาโรค หรือแม้กระทั่งผลิตสารเคมี แต่นอกจากการนำมา ใช้ประโยชน์แล้ว ยังมีจุลชีพบางชนิดที่สามารถก่อให้เกิดโรค ทั้งในพืช สัตว์ และมนุษย์ได้อีกด้วย

จุลชีพที่อาศั ยหรือล่องลอยอยู่ในอากาศ เรียกว่า “Air-borne microorganism” หมายถึง อนุภาคของสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กที่ลอยอยู่ในอากาศ ซึ่งมีทั้งชนิดที่มีประโยชน์และโทษต่อร่างกายหรือสิ่งแวดล้อม การปนเปื้อนของจุลชีพในอากาศเกิดขึ้นได้จากปัจจัยต่าง ๆ เช่น จากร่างกายมนุษย์ทางระบบหายใจ การไอหรือจาม เป็นสาเหตุที่สำคัญในการแพร่กระจายจุลชีพก่อโรค โดยเฉพาะโรงพยาบาลและสถานที่มีผู้คนอาศัยอยู่จำนวนมาก หรือการแพร่กระจายโดยการพัดพาของอากาศ เป็นต้น

จุลชีพที่ปนเปื้อนหรือแพร่กระจายในอากาศจะมีขนาดและชนิดแตกต่างกันหลายรูปแบบ ได้แก่ เชื้อไวรัส จะมีขนาดเส้น ผ่านศูนย์กลางประมาณ 0.003 ไมโครเมตร เชื้อแบคทีเรียมีขนาดตั้งแต่ 0.5 – 200 ไมโครเมตร และ เชื้อรามีขนาดตั้งแต่ 2 – 200 ไมโครเมตร ซึ่งจุลชีพเหล่านี้เมื่ออยู่ในอากาศจะมีความสามารถในการยึดเกาะกับฝุ่นละอองและเข้าสู่ภายในร่างกายมนุ ษย์ทางระบบทางเดินหายใจ (ศิริลักษณ์, 2553) ขนาดที่แตกต่างกันนี้เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ทำให้จุลชีพชนิดต่าง ๆ เข้าสู่ส่วนต่างๆของร่างกายได้ในระยะทางที่แตกต่างกัน (รูปที่ 2.1)



รูปที่ 2.1 การเคลื่อนที่ตามขนาดของอนุภาคในอากาศเข้าสู่ส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย
ที่มา : Deacon (2002)

2.1.1 ประเภทของจุลชีพในอากาศ

จุลชีพในอากาศส่วนใหญ่ไม่สามารถดำรงชีวิตอยู่ในบรรยากาศได้นาน เนื่องจากในอากาศมีสภาพแห้งแล้ง และสารอาหารน้อย ไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต อากาศจึงเป็นเพียงที่อยู่อาศัยชั่วคราว (Temporary habitat) ของจุลชีพกลุ่มที่ถูกพัดพามาจากแหล่งอื่น และเป็นตัวกลางสำคัญในการแพร่กระจายของจุลชีพสู่สิ่งแวดล้อมและเข้าสู่ร่างกายมนุษย์ได้ จุลชีพในอากาศสามารถแบ่งตามบริเวณที่พบได้ 2 กลุ่ม ดังนี้ (พินิจ, 2553)

1. จุลชีพในอากาศภายในอาคาร (Intramural aeromicrobiology)

จุลชีพกลุ่มนี้สามารถพบได้ภายในอาคาร (Indoor air) เช่น บ้าน ห้องทำงาน โรงพยาบาล และห้องปฏิบัติการ เป็นต้น เนื่องจากลักษณะอากาศภายในอาคารมีการหมุนเวียนจำกัด มีปริมาณรังสีอัลตราไวโอเลตน้อย ที่สำคัญมีอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่เหมาะสมต่อการรอดชีวิตของจุลชีพในอากาศได้ดี จึงต้องมีการศึกษาคุณภาพอากาศภายในอาคาร (Indoor air quality) เพื่อสุขภาพที่ดีของผู้อาศัย จุลชีพในอากาศภายในอาคารบางชนิดเป็นสาเหตุให้เกิด Sickness building syndrome (SBS) หรือก่อโรคต่าง ๆ เช่น โรค Legionnaires จากเชื้อ *Legionella pneumophilia* ที่พบในระบบน้ำหล่อเย็นของเครื่องปรับอากาศและผ่านจากท่อเข้าสู่ ภายในห้อง ก่อให้เกิดโรคในมนุษย์ที่อาศัยภายในอาคารได้ เป็นต้น ตัวอย่างจุลชีพในอาคาร แสดงตามตารางที่ 2.1

2. จุลชีพในอากาศภายนอกอาคาร (Extramural aeromicrobiology)

จุลชีพกลุ่มนี้สามารถพบได้ภายนอกอาคาร (Outdoor air) เกิดจากการเคลื่อนที่ของจุลชีพในอากาศภายนอก โดยการพัดพาของอากาศ ปัจจัยที่สำคัญต่อการรอดชีวิตและจำนวนของจุลชีพในอากาศภายนอก คือ ความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิ และรังสีอัลตราไวโอเลต ตัวอย่างของจุลชีพที่พบภายนอกอาคาร ได้แก่ จุลชีพก่อโรคพืชและสัตว์ จุลชีพก่อโรคในกากของเสีย ขยะ และสิ่งปฏิกูล

ชนิดและจำนวนของจุลชีพที่พบในอากาศจะมีความแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมและการแพร่กระจายของฝุ่นละออง โดยเฉพาะบริเวณสภาพแวดล้อมที่มีกิจกรรมสูงมักพบปริมาณจุลชีพมากกว่าสภาพแวดล้อมที่มีกิจกรรมต่ำ

ตารางที่ 2.1 เชื้อจุลชีพก่อโรคที่พบภายในอาคาร

ประเภท	ชนิด
เชื้อราก่อโรค	*Aspergillus fumigates*, *Histoplasma* sp., *Cryptococus* sp.
เชื้อราสร้างสารพิษ	*Stachybotrys atra, Penicillium aurantiogriseum*
แบคทีเรีย	*Stapphylococus epidermidis, Micrococus* sp.
แบคทีเรียก่อโรค	*Ligionella pneumophilia, Mycobacterium tuberculosis*
ไร	*Dermatophagoides pteronyssinus, Euroglyphus maynei,*

ที่มา: The Government of the Hong Kong Special Administrative Region Indoor Air Quality Management Group (2003)

2.1.2 ปัจจัยที่มีผลต่อการแพร่กระจายของจุลชีพในอากาศ

จุลชีพที่พบในอากาศจากแหล่งต่าง ๆ จะสามารถดำรงชีวิตอยู่ในอากาศได้นานและแพร่กระจายออกสู่ภายนอกได้มากน้อยเพียงใด ขึ้นอยู่กับปัจจัย ต่อไปนี้ (กฤษณียา, 2548)

1. ขนาดของอนุภาค

จุลชีพอาศัยอยู่ในอากาศโดยการเกาะติดอยู่ที่อนุภาคของฝุ่นละออง ถ้าฝุ่นละอองที่อาศัยมีขนาดเล็กและเบาจะทำให้สามารถล่องลอยอยู่ในอากาศได้เป็นเวลานาน และแพร่กระจายได้ในระยะทางไกลออกไปด้วยการพัดพาของกระแสลม

2. สภาพอุตุนิยมวิทยา

ประเทศไทยจัดอยู่ในเขตร้อน มีอุณหภูมิอยู่ในช่วงที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของจุลชีพ สภาพแวดล้อมทางอุตุนิยมวิทยามีความสำคัญต่อการแพร่กระจายของเชื้อจุลชีพในอากาศ เช่น ความชื้น แสงแดด และอุณหภูมิ เป็นต้น พบว่าประเทศในเขตร้อนจะมีอัต ราการระบาดของโรค

ติดเชื้อที่มีสาเหตุจากเชื้อแบคทีเรียสูงกว่าประเทศอื่น เนื่องจากจุลชีพสามารถเจริญเติบโตได้ดีภายใต้อุณหภูมิตั้งแต่ 35–37 องศาเซลเซียส รวมทั้งกระแสลม ความชื้นและปริมาณน้ำฝน ก็เป็นอีกปัจจัยที่สำคัญต่อการแพร่กระจายของจุลชีพ

3. ชนิดของจุลชีพ

จุลชีพบางชนิดสามารถทนต่อสภาพแวดล้อมที่หลากหลายได้ดี โดยเฉพาะพวกที่มีสปอร์ ชนิดของจุลชีพที่พบในอากาศจะแตกต่างกันในแต่ละพื้นที่และฤดูกาล จะเห็นได้จากการเกิดโรคต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับจุลชีพจะพบมากในบางฤดูกาล เช่น โรคระบบทางเดินหายใจ เป็นต้น

2.1.3 กลไกการแพร่กระจายเชื้อ

การแพร่กระจายเชื้อจากแหล่งกำเนิดเชื้อเข้าสู่ผู้ป่วย สามารถเกิดขึ้นได้จากกลไกดังต่อไปนี้ (ยุทธนา, 2554)

1. การแพร่กระจายทางการสัมผัส (Contact)

การแพร่กระจายทางการสัมผัสเป็นกลไกการแพร่กระจายเชื้อที่สำคัญที่สุด และพบได้บ่อย ได้แก่ การสัมผัสโดยตรงระหว่างบุคลากรทางการแพทย์และผู้ป่วย หรือการสัมผัสทางอ้อมจากการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ติดเชื้อ เช่น สายสวนปัสสาวะทำให้เกิดการติดเชื้อ *E.coli* เป็นต้น วิธีการป้องกันก ารติดเชื้อจาการสัมผัสทำได้โดย การล้างมือให้สะอาดและถูกวิธี ด้านเครื่องมือหรืออุปกรณ์ต่าง ๆ ต้องมีการฆ่าเชื้ออย่างถูกต้องตามวิธีการที่เหมาะสม

2. การแพร่กระจายทางอากาศ (Air-borne)

การแพร่กระจายของเชื้อทางอากาศ ส่วนใหญ่จะเป็นเชื้อก่อให้เกิดโรคเกี่ยวกับระบบทางเดินหายใจ (ตารางที่ 2.2) วิธีการป้องกันการติดเชื้อจากการแพร่กระจายทางอากาศทำได้โดยการปรับปรุงให้อากาศถ่ายเทสะดวก มีระบบกรองหรือฟอกอากาศ (Filter) และต้องมีการล้างทำความสะอาดอย่างสม่ำเสมอ

ตารางที่ 2.2 เชื้อก่อโรคระบบทางเดินหายใจที่แพร่กระจายทางอากาศ

เชื้อ	โรค
Mycobacterium tuberculosis	วัณโรค
Legionella pneumophila	ปอดบวม
Influenza virus	ไข้หวัดใหญ่

ที่มา: ยุทธนา (2554)

3. การแพร่ผ่านพาหะ (Vector-borne)

การแพร่เชื้อด้วยกลไกนี้จะเกิดขึ้นโดยอาศัยปัจจัยแวดล้อมเป็นตัวกลางหรือพาหะที่มีเชื้อปนเปื้อนอยู่เข้าสู่ผู้ป่วย เช่น การแพร่เชื้อ *Salmonella* sp. จากอาหารที่มีเชื้อปนเปื้อนโดยการรับประทาน หรือการแพร่เชื้อ Hepatitis B virus (HBV) และ Human immunodeficiency virus (HIV) จากการรับบริจาคโลหิตของผู้ที่ติดเชื้อ เป็นต้น

2.2 เชื้อโรคที่แพร่กระจายทางอากาศ

ปัจจุบันได้มีการแบ่งเชื้อโรคที่แพร่กระจายทางอากาศออกแบบ 3 กลุ่ม ได้แก่ (จริยา, 2550)

1. Obligated airborne transmission

เชื้อโรคในกลุ่มนี้สามารถแพร่กระจายทางอากาศได้เป็นอย่างดี และมักใช้เป็นวิธีหลักในการแพร่กระจาย เช่น วัณโรค โดยเฉพาะวัณโรคปอดและกล่องเสียง เชื้อรากลุ่ม *Aspergillus* sp. และ *Rhizopus* sp. มักพบว่ามีการแพร่กระจายและปนเปื้อนในอากาศอยู่เสมอ

2. Preferential airborne transmission

เชื้อโรคในกลุ่มนี้สามารถแพร่กระจาย ทางอากาศ ได้หลากหลายวิธี แต่เมื่อมีการแพร่กระจายอยู่ในรูป Aerosol และเข้าไปสะสมในปอด จะทำให้เชื้อแพร่กระจายไปทั่วร่างกายและมีการดำเนินโรคเต็มรูปแบบ (Full-blown disease) เชื้อโรคในกลุ่มนี้ ได้แก่ Smallpox เชื้อรากลุ่ม *Acremonium* sp. และไข้หวัดนก (Influenza A H5N1) เป็นต้น ซึ่งหากเชื้อโรคในกลุ่มนี้มีการแพร่กระจายโดยวิธีอื่น ความรุนแรงของโรคจะลดลง

3. Opportunistically airborne transmission

ในธรรมชาติเชื้อโรคในกลุ่มนี้สามารถแพร่กระจายโดยวิธีอื่น แต่ในบางกรณี เชื้อโรคอาจอยู่ในรูปของ Aerosol และสูดดมเข้าไปในส่วนปลายของปอดก็จะก่อให้เกิดโรคได้ เชื้อโรคในกลุ่มนี้ ได้แก่ Ebola, Lassa, Marburg และHanta เป็นต้น

โดยโรคที่แพร่กระจายทางอากาศ สามารถแบ่งตามความเสี่ยงของผู้สัมผัส ออกเป็น 2 กลุ่ม ดังนี้

1. กลุ่มของโรคที่คนปกติไม่มีภูมิต้านทานต่อโรค มีความเสี่ยงต่อการติดโรคได้ ได้แก่ เชื้อวัณโรค Measles virus, Varicella-Zoster virus, Smallpox, SARS corona virus, Influenza AH5N1 และกลุ่ม Viral hemorrhagic fever การป้องกันการแพร่กระจายของโรคเหล่านี้ ต้องป้องกันที่แหล่ง ของโรค คือ ป้องกันที่ตัวผู้ป่วย โดยให้ผู้ป่วยอยู่ในห้องแยก เพื่อป้องกัน การแพร่กระจายทางอากาศ และผู้ที่จำเป็นต้องเข้าไปอยู่ห้องเดียวกับผู้ป่วย ต้องสวมหน้ากากอนามัยที่ป้องกันอนุภาคขนาดเล็กกว่า 5 ไมโครเมตรได้

2. กลุ่มของโรคที่ทำให้เกิดโรคในผู้ที่มีภูมิคุ้มกันบกพร่อง ได้แก่ เชื้อราต่าง ๆ เช่น *Aspergillus* sp., *Rlizopuss* sp., *Acremonium* sp., *Fusarium* sp. เป็นต้น โดยการป้องกันเชื้อโรคเหล่านี้มีความจำเป็นเฉพาะกลุ่มเสี่ยง ได้แก่ ผู้ป่วยที่ได้รับการ ปลูกถ่ายอวัยวะ โดยการทำอากาศในห้องของผู้ป่วยเหล่านี้มีการปนเปื้อนเชื้อโรคต่าง ๆ ให้น้อยที่สุด มีการกรองอากาศที่จะจ่ายเข้ามาในห้องผู้ป่วยด้วยแผงกรองอากาศ High Efficiency Particulate Air Filter (HEPA filter) ที่สามารถดักจับอนุภาคขนาดเล็กได้ และต้องสร้างความดันอากาศในห้องผู้ป่วยให้เป็นบวก (Positive air pressure) คือความดันอากาศภายในห้องผู้ป่วยมากกว่าค วามดันภายนอกโดยรอบ เพื่อป้องกันอากาศจากภายนอก ซึ่งอาจปนเปื้อนเชื้อโรค ไหลเข้ามาในห้องผู้ป่วยทางได้ อย่างไรก็ตาม นอกจากผู้ป่วย 2 กลุ่มนี้ที่สามารถระบุ และใช้มาตรการในการควบคุมการแพร่กระจายเชื้อ ได้แล้ว การติดเชื้อจำพวกนี้ยังมีผู้ป่วยอีกจำนวนหนึ่งที่เราไม่ทราบว่าสามารถแพร่กระจายเชื้อทางอากาศได้ หรือเสี่ยงต่อการติดเชื้อที่แพร่กระจายทางอากาศหรือไม่ ได้แก่ ผู้ป่วยที่ได้รับการผ่าตัด การพ่นยา การส่องตรวจอวัยวะภายใน ผู้ป่วยวิกฤตหรือแม้กระทั่งผู้ป่วยที่นั่งรอ รับการ ตรวจ หากมีอาการไอ หรือจาม ก็สามารถแพร่กระจายเชื้อทางอา กาศไปยังบุคคลอื่น รวมทั้งบุคลากร ทางการแพทย์ ได้ ดังนั้น การควบคุมการแพร่กระจายของเชื้อทางอากาศ ในสถานพยาบาลตามมาตรฐานจึงเป็นสิ่งสำคัญ

2.3 เชื้อรา (Fungi)

เชื้อรา หมายถึง จุลชีพที่มี Nucleus แบบ Eukaryote มีการสร้างสปอร์ สามารถเพิ่มจำนวนแบบ Sexually reproductive form หรือแบบไม่อาศัยเพศ โดยการแตกแขนง (Budding yeast form) โครงสร้างเป็นแบบเซลล์เดียวหรือหลายเซลล์ ผนังเซลล์ประกอบด้วยสารพวก Chitin หรือ Cellulose กับ Chitin เชื้อราหลายเซลล์จะประกอบด้วยเซลล์เรียงตัวเป็นเส้นใย (Hypha) สำหรับพวกเซลล์เดียว เรียกว่า Yeast ส่วนพวกที่มีเส้นใย เรียกว่า เชื้อรา เซลล์ของเส้นใยขนาดใหญ่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 10-20 ไมโครเมตร เซลล์ขนาดเล็กมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 ไมโครเมตร เชื้อราสามารถทำให้เกิดโรคทางผิวหนังหรือโรคที่เนื้อเยื่อใต้ผิวหนังได้ เช่น *Sporotrichosis* sp. เป็นต้น การติดโรคจากเชื้อราสามารถแพร่กระจายไป ยังส่วนต่าง ๆ ของ ร่างกายได้ โดยเฉพาะในผู้ป่วยที่มีภูมิต้านทานต่ำ เชื้อราส่วนมากสามารถเจริญเติ บโตและขยายพันธุ์ได้ อย่างรวดเร็ว ในอาคารที่มีความชื้นสูง มีอุณหภูมิระหว่าง 20-30 องศาเซลเซียส มีการสืบพันธุ์ของเชื้อรามีทั้งแบบอาศัยเพศและไม่อาศัยเพศ ซึ่งเชื้อรา จัดเป็นพืชชั้นต่ำ เนื่องจาก เชื้อรามีผนังเซลล์และการนำอาหารเข้าสู่เซลล์ในรูปของสารละลาย ไม่มีราก ลำตัน และใบที่แท้จริง ไม่มีระบบท่อน้ำ และท่ออาหาร ซึ่งลักษณะทางสัณฐานวิทยาและการเจริญเติบโตของเชื้อรา มีดังนี้ (สิริพงศ์, 2508)

2.3.1 สัณฐานวิทยาของเชื้อรา

เชื้อรามีทั้งชนิดที่เป็นเซลล์เดียว และหลายเซลล์ ซึ่งเซลล์จะเรียงตัวกันอยู่ในแนวเดียว เป็นเส้นใย โดย พวกเซลล์เดียว เช่น Yeast ส่วนพวกเป็นเส้นใย เช่น เชื้อรา ชนิดต่าง ๆ (Mold) ขนาดของ เชื้อรา มีตั้งแต่ 5 - 50 ไมโครเมตร จนถึงขนาดที่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า เชื้อราโดยทั่วไปมี Thallus ประกอบด้วยเส้นใยเล็ก ๆ ที่มองไม่เห็นด้วยตาเปล่า โดยแต่ละเส้นใยที่อยู่ร่วมกัน เรียกว่า Mycelium เซลล์ของเชื้อราและ Yeast มีลักษณะทั่วไปคล้ายพืช แต่ละเซลล์มีผนังเซลล์เป็นสารพวก Cellulose หรือ Chitin กับ Cellulose นอกจากนี้ยังมีสารอื่น ๆ แตกต่างกันไปในแต่ละชนิด ที่ผนังเซลล์ของ เชื้อรา จากพบ Lignin ทำให้ผนังเซลล์ มีความ ทนต่อกรดได้ดี ภายในเซลล์ของเชื้อรามี Nucleus หนึ่งอันหรือมากกว่า การดูเซลล์ของเชื้อราด้วยกล้องจุลทรรศน์จะไม่เห็น Nucleus เนื่องจากมีขนาดเล็กและโปร่งแสง ต้องใช้วิธีย้อมสีจึงจะเห็นชัดเจนขึ้น เชื้อราแต่ละชนิดจะมีโครงสร้างที่แตกต่าง กันออกไป เช่น เชื้อรา *Rhizopus* sp. และ *Absidia* sp. จะมี Rhizoid หรือ Hold fast และ เชื้อรา *Aspergillus* sp. มี Foot cell ยึดเกาะกับวัตถุต่าง ๆ เส้นใยของ เชื้อรา แบ่งออกเป็น 2 ชนิด ได้แก่

1. เส้นใยไม่มีผนังกั้น (Non-septate hypha) เป็นช่องว่างต่อถึงกันตลอด มี Cytoplasm และ Nucleus อยู่ต่อเนื่องกัน เรียกว่า Coenocytic hypha เชื้อราชนิดนี้เมื่อมีอายุมาก หรือในสภาพที่ไม่เหมาะสมอาจสร้างผนังกั้นขึ้นได้

2. เส้นใยมีผนังกั้น (Septate hypha) ซึ่งแต่ละตอนของเส้นใยมีผนังกั้นไว้ ทำให้มีลักษณะเป็นช่อง ๆ แต่ละช่องมี Nucleus และ Cytoplasm

ลักษณะของเส้นใยดังกล่าวนี้ นำไปใช้ในการจำแนกเชื้อราเป็นหมวดหมู่

2.3.2 การจำแนกหมวดหมู่ของเชื้อรา

เชื้อราในสิ่งแวดล้อมมีอยู่มากมายหลายชนิด บางชนิดมีลักษณะรูปร่างคล้ายคลึงกันมาก บางชนิดแตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัดเจน นักจุลชีววิทยาจึงจัดแบ่ง เชื้อรา ทั้งหมดอยู่ใน Division Eumycopyta ซึ่งแบ่งเป็น 4 Class ได้แก่ (**สิริพงศ์, 2508**)

1. Class Phycomycetes

เชื้อราที่สำคัญในกลุ่มนี้ได้แก่ *Rhizopus* sp., *Mucor* sp., *Allomyces* sp., *Saprolegnia* sp., และ *Aibugo* sp. โดยมีลักษณะที่สำคัญ คือ เส้นใยไม่มีผนังกั้น มี Nucleus กระจัดกระจายทั่วเส้นใย เรียกว่า Coenocytichypha สร้างสปอร์ภายในอับสปอร์ไม่จำกัดจำนวน Resting spore เกิดจากการสืบพันธุ์แบบมีเพศ มีผนังหนา ทำให้ทนต่อสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมได้ดี ต้องการความชื้นสูงในการเจริญ ส่วนมากเป็นพวกที่อาศัยอยู่ในน้ำ การดำรงชีวิตเป็นแบบ Saprophyte และ Parasite

2. Class Ascomycetes

เชื้อราที่สำคัญในกลุ่มนี้ ได้แก่ *Aspergillus* sp. และ *Penicillium* sp. มีลักษณะที่สำคัญ คือ เส้นใยมีผนังกั้น สปอร์แบบมีเพศสร้างภายใน Ascus มี 8 Ascospore สปอร์แบบไม่มีเพศ ไม่สร้างใน Ascus และสปอร์ไม่เคลื่อนที่ ไม่ต้องการความชื้นมากในการเจริญ

3. Class Basidiomycetes

เชื้อราที่สำคัญในกลุ่มนี้ คือ เห็ดชนิดต่าง ๆ มีลักษณะที่สำคัญ คือ เส้นใยมีผนังกั้น สปอร์ไม่เคลื่อนที่ สปอร์แบบมีเพศสร้างบน Basidium โดยแต่ละ Basidium มี 4 Basidiiospore เส้นใยเป็นชนิด Binucleate mycelium คือ มี 2 Nucleus ในแต่ละเซลล์

4. Class Deuteromycetes

เชื้อราที่สำคัญในกลุ่มนี้ ได้แก่ พวกที่เป็นสาเหตุของโรคกลาก เกลื้อน Hongkong foot เป็นต้น ลักษณะที่สำคัญของเชื้อราใน Class นี้ คือ เส้นใยมีผนังกั้น การสืบพันธุ์แบบไม่มีเพศโดยการสร้างสปอร์แบบ Conidia

2.3.3 การสืบพันธุ์และการแพร่กระจายของสปอร์

เชื้อรามีกระบวนการสืบพันธุ์ 2 แบบ คือ การสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศและ การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ โดยเชื้อราจะมีการสร้างสปอร์เพื่อใช้ในการสืบพันธุ์ (นงลักษณ์ และปรีชา, 2547) สปอร์ของเชื้อรามีขนาดประมาณ 1-100 ไมโครเมตร (Heikkinen et al, 2005) สปอร์มีหน้าที่สำคัญในการการแพร่กระจายและการสืบพันธุ์ของ เชื้อรา สปอร์แต่ละชนิดจะทำหน้าที่แตกต่างกัน สามารถทนต่อสภาพแวดล้อมที่หลากหลาย และมีหลากหลายรูปแบบ สปอร์ของ เชื้อรา มักแพร่กระจายโดยอาศัยสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ เช่น ลม น้ำ แมลง และสัตว์ชนิดต่าง ๆ ดังนี้ (นิวัฒน์, 2543)

1. การแพร่กระจายโดยลม การแพร่กระจายของสปอร์ของเชื้อราส่วนใหญ่อาศัยวิธีนี้ โดยเชื้อราที่มักพบในอากาศ ได้แก่ *Cladosporium* sp. และ *Alternarai* sp. การลอยตัวขึ้นของอากาศจะนำพาเอาสปอร์ลอยสูงขึ้น เกิดการเคลื่อนที่และแพร่กระจายไปในอากาศ

2. การแพร่กระจายโดยน้ำ การแพร่กระจายของสปอร์ของเชื้อราด้วยวิธีนี้ สปอร์จะอาศัยการตกกระทบของน้ำฝนหรือหยดน้ำทำให้เกิดการเคลื่อนที่ออกไปจากแหล่งกำเนิดได้ในระยะทางที่ไกลออกไป อีกทั้ง Zoospore ของเชื้อราหลายชนิดยังสามารถเคลื่อนที่ในน้ำได้ดี เชื้อราที่สามารถการแพร่กระจายโดยวิธีนี้ ได้แก่ *Cellototrichum* sp. และ Zoospore ของเชื้อรา *Phytophthora* sp.

3. การแพร่กระจายโดยอาศัยสิ่งมีชีวิตชนิดอื่น เช่น อาศัยการเคลื่อนที่ไปกับแมลงหรือสัตว์ชนิดต่าง ๆ เช่น เชื้อรา *Ophiostoma ulmi* เกาะติดกับตัวของแมลงไปยังพืช หรือ เชื้อรา *Puccinia graminis* สร้างสารที่มีลักษณะเหนียวไว้ ใช้ในการล่อแมลงให้เข้ามาเกาะเพื่อนำพา

สปอร์เคลื่อนที่ไปยังแหล่งต่าง ๆ เป็นต้น รวมทั้งการติดไปกับเมล็ดพันธุ์ของพืช และเป็นสาเหตุทำให้เกิดโรคเชื้อราในพืชหลายชนิด

2.3.4 การเจริญของเชื้อรา

เชื้อรา จะมีลักษณะการเจริญออกไปได้สองทิศทาง คือ ทางขวางจะเจริญไปจนเต็มที่แล้วจึงหยุด ส่วนการเจริญทางด้านยาวนั้น เส้นใยของ เชื้อรา จะงอกยาวออกไปและแตกแขนงอย่างไม่จำกัด เมื่ออยู่สภาพแวดล้อมที่เหมาะสม ทำให้ เชื้อรามีขนาดใหญ่จนมองเห็นด้วยตาเปล่า เส้นใยของเชื้อรา มีสองชนิดคือ Vegetative mycelium เป็นส่วนที่ยึดเกาะกับอาหาร เพื่อทำหน้าที่นำอาหารไปสู่ส่วนต่าง ๆ ของ Thallus และ Aerial mycelium เป็นส่วนที่ยื่นไปในอากาศ ทำหน้าที่สร้างสปอร์ เรียกเส้นใยแบบนี้ว่า Reproductive mycelium ในบางระยะของการเจริญอาจพบ เส้นใยของเชื้อรามาเรียงอัดตัวกันเป็นลักษณะคล้ายเนื้อเยื่อ มี 2 ชนิด คือ (บัญญัติ, 2537)

1. Prosenchyma ประกอบด้วย เส้นใยของเชื้อรา อัดตัวกันอย่างหลวม ๆ และขนานกันตามความยาว

2. Pseudoparenchyma ประกอบด้วย เส้นใยของเชื้อรา เรียงอัดตัวกันอย่างหนาแน่น มีลักษณะคล้ายเนื้อเยื่อ Parenchyma ในพืชชั้นสูงใน เชื้อราชั้นสูงบางชนิด จะสร้างเส้นใยเรียงอัดตัวหนาแน่นมาก จนเส้นใยแต่ละเส้นกลมกลืนเป็นเนื้อเยื่อเดียวกันทำให้ผนังเส้นใยมีความแข็งแรง ทนต่อสภาพแวดล้อมได้ดีเรียกว่า Rhizomorph

2.3.5 สภาพแวดล้อมที่มีผลต่อการเจริญของเชื้อรา

เชื้อรา สามารถแพร่กระจายอยู่ ได้ทั่วไปในอากาศ ในรูปของสปอร์ โดยสปอร์จะสามารถทนต่อสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ได้ดี เช่น ความร้อน ความเย็นและ รังสีอัลต ราไวโอเลต เป็นต้น ถึงแม้ว่าสปอร์ของเชื้อราสามารถทนต่อสภาพแวดล้อมได้น้อยกว่าสปอร์ ของแบคทีเรีย แต่สามารถทนได้ดีกว่าเส้นใย ของเชื้อราเอง เช่น สปอร์ของ *Puccinia coronata* ยังมีชีวิตอยู่ได้ที่อุณหภูมิ 0 **องศาเซลเซียส** แต่ถ้าลดอุณหภูมิต่ำลงเป็น -18 **องศาเซลเซียส** จะถูกทำลาย ส่วน *Aspergillus flavus* ที่เก็บไว้ในอุณหภูมิต่ำถึง -70 **องศาเซลเซียส** เมื่อนำมาไว้ในสภาพที่เหมาะสมสามารถเจริญต่อไปได้ สำหรับเส้นใยของ เชื้อราจะถูกทำลายที่อุณหภูมิ 60-63 **องศาเซลเซียส** ภายในเวลา 30 นาที ซึ่งโดยทั่วไป เชื้อรา เจริญ เติบโต ได้ช้ากว่าแบคทีเรีย ดังนั้นในการเจริญตามธรรมชาติจึงพบ ได้น้อยมาก เชื้อราต้องเจริญในสภาวะที่แบคทีเรียไม่สามารถเจริญได้ ในอาหารจำพวกแป้ง อาหารที่มีความเข้มข้นของเกลือหรือน้ำตาลสูง ๆ อาหารที่เป็นกรด เช่น น้ำผลไม้และอาหารแห้งต่าง ๆ เป็นต้น นอกจากนี้ยังพบว่า เชื้อราไม่เจริญในที่ไม่มีก๊าซออกซิเจน จึงไม่พบเชื้อราในอาหารกระป๋อง แต่เชื้อราบางชนิด เช่น *Penicillium roqueforti* เจริญในที่มีออกซิเจนน้อย ๆ ได้ สภาวะแวดล้อมที่เหมาะสมโดยเฉพาะความชื้น สปอร์ของเชื้อราสามารถเจริญเป็นเส้นใย ได้อย่างรวดเร็ว จึงทำให้ผลิตภัณฑ์บางชนิดที่ดูดเก็บความชื้นได้ดี เน่าเสียได้ง่ายด้วยเชื้อรา (บัญญัติ, 2537)

เชื้อรา สามารถก่อตัวได้ในสภาพแวดล้อมที่อับชื้น อากาศนิ่งไม่มีการหมุนเวียน พบได้ในพื้นผิวแทบทุกชนิดโดยเฉพาะพื้นผิวจำพวกอินทรียวัตถุ เชื้อราจะไม่สามารถเจริญเติบโตอยู่ได้ในสภาพแวดล้อมที่ไม่มีความชื้นหรือน้ำและอาหาร สปอร์ของ เชื้อรา จะมีขนาดเล็กมากไม่สามารถมองเห็นด้วยตา เปล่า เกิดการแขวนลอยอยู่ในอากาศ ลอยไปได้ในระยะไกลและก่อให้เกิดโรคต่าง ๆ ได้ โดยอาศัยปัจจัยในการเจริญ ดังต่อไปนี้ (สุพจน์, 2553)

1. อุณหภูมิ เชื้อรา ส่วนใหญ่มีชีวิตอยู่ได้ที่อุณหภูมิ 0–30 องศาเซลเซียส แต่มีอุณหภูมิที่เหมาะสมที่สุดในการเจริญเติบโตและขยายพันธุ์อยู่ที่ 20–30 องศาเซลเซียส แต่พบว่ามี เชื้อราบางชนิดสามารถที่จะเจริญเติบโตและขยายพันธุ์ได้ที่อุณหภูมิ สูง 40-50 องศาเซลเซียส เชื้อราบางชนิดสามารถเจริญเติบโตได้ในอาหารเลี้ยงเชื้อที่เป็นกรด pH ประมาณ 6 โดยปกติแล้ว เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นถึง 50 องศาเซลเซียส เชื้อราจะมีการเจริญเติบโตได้ลดลง และเชื้อราทุกชนิดจะถูกทำลายหรือยับยั้งการเจริญที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เชื้อราในตระกูล *Fusarium* sp. เมื่ออยู่ในสภาวะอุณหภูมิ 10-12 องศาเซลเซียส จะมีผลทำให้เชื้อราสร้างสารพิษที่ชื่อ T-2 ขึ้นมาได้ ขณะที่เมื่ออยู่ในสภาวะที่มีอุณหภูมิสูงขึ้นจะสร้างสารพิษ Deoxynivalenol (DON), Diacetoxyscirpenol (DAS), Zealalenone และ Fumonisins

2. แสงสว่าง เชื้อรา ส่วนมาก สามารถเจริญเติบโตได้ โดยไม่ต้องอาศัยแสงสว่าง ยกเว้นเชื้อราบางชนิดที่ต้องใช้แสงสว่างในการสร้างสปอร์

3. ความชื้น เชื้อรา ส่วนใหญ่สามารถเจริญเติบโตและขยายพันธุ์ได้ดี ในระดับ ที่มีความชื้นสัมพัทธ์สูงกว่าร้อยละ 60 ซึ่งเชื้อราแต่ละชนิดจะเจริญได้ในระดับความชื้นสัมพัทธ์ที่แตกต่างกันออกไป เช่น เชื้อราที่เป็นศัตรูของพืชไร่ (Field fungi) สามารถเจริญได้ดีที่ความชื้น สัมพัทธ์ร้อยละ 20-25 ได้แก่ เชื้อราดำ *Claviceps* sp. และ *Fusaruim* sp. ส่วนเชื้อราที่เจริญในธัญพืชขณะกักตุน (Storage fungi) มักเจริญได้ในภาวะที่มีความชื้นต่ำ ได้แก่ *Aspergillus* sp. เจริญได้ดีที่ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 10-17 และ *Penicillium* sp. สามารถเจริญได้ดี ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 16-21 เป็นต้น

2.3.6 การดำรงชีวิตของเชื้อรา

เนื่องจากเชื้อราไม่มีคลอโรฟิลล์ จึงไม่สามารถ สร้างอาหารเองโดยการ สังเคราะห์แสงได้ การดำรงชีวิตส่วนใหญ่ต้องอาศัยอาหารที่มีอยู่ในธรรมชาติ ได้แก่ อินทรีย์สารจากสิ่งมีชีวิตที่ตายแล้ว โดยเชื้อราจะปล่อยเอนไซม์มาย่อยสลาย เกิดการเน่าเปื่อยผุพังเป็นสารอินทรีย์ขนาดเล็ก ทำให้สามารถซึมผ่านเข้าสู่เซลล์ได้ ซึ่งโดยทั่วไปแล้วการดำรงชีวิตของ เชื้อรามีหลายแบบ ดังนี้ (บัญญัติ, 2537)

1. Saprophyte เป็นเชื้อราใช้อินทรีย์สารจากสิ่งมีชีวิตที่ตายแล้ว เช่น ซากพืช หรือซากสัตว์ เป็นอาหาร ซึ่งเชื้อรา เหล่านี้ไม่สามารถเจริญ เติบโต บนสิ่งที่มีชีวิตได้จึงจัดว่าเป็น เชื้อรา พวก Obligate saprophyte

2. Parasite เป็นเชื้อราที่ได้รับสารอินทรีย์มาจากสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ซึ่ง เชื้อราพวกนี้ เจริญเฉพาะในสิ่งที่มีชีวิตเท่านั้น เรียกว่า Obligate parasite แต่เชื้อราบางชนิดสามารถเจริญบนสิ่งที่ มีชีวิตและเมื่อ สิ่ง ชีวิตนั้นตาย ก็เจริญบนซากสิ่งที่มีชีวิตนั้น ต่อได้ อีก เรียก เชื้อรา พวกนี้ ว่า Facultative parasite

3. Mutualism เป็นการอยู่ร่วมกันแบบพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกัน เช่น ไลเคนส์ เป็นการอยู่ร่วมกันระหว่าง เชื้อรา กับสาหร่าย โดยเชื้อราต้องการอาหาร เพื่อการดำรงชีวิต ที่สร้างจาก สาหร่าย ส่วนสาหร่ายก็ได้ก๊าซ Carbon dioxide ที่เชื้อราสร้างมา นำไปใช้ผลิตอาหารต่อ

2.3.7 โทษของเชื้อรา

โทษของเชื้อราที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตมีหลายด้านด้วยกัน โดยสามารถแบ่งได้ ดังนี้ (บัญญัติ, 2537)

1. เชื้อรา ก่อโรคในมนุษย์ เชื้อรา ที่ทำให้เกิดโรค กับมนุษย์จำแนกตามตำแหน่ง ของโรคที่เกิดในร่างกายได้ดังนี้

- เชื้อรา ทำให้เกิดโรคบริเวณผิวหนัง ได้แก่ กลากเกลื้อน โรคหู อักเสบ กระจกตาอักเสบ และโรคขี้รังแค
- เชื้อราที่ทำให้เกิดโรคใต้ผิวหนัง ได้แก่ Sporotrichosis
- เชื้อราทำให้เกิดโรคที่อวัยวะภายใน เช่น Cryptococcosis

2. เชื้อราก่อโรคในพืช ทำให้เกิดโรคเช่น Smut rust และ Downy mildew ทำ ให้เกิดความเสียหายแก่พืชผลทางการเกษตรเป็นจำนวนมาก

3. เชื้อราก่อโรคในสัตว์ อาจเกิดโรคติดต่อจาก เชื้อราจากสัตว์ตัวหนึ่งไปสู่สัตว์ตัว อื่น ๆ ได้ เช่น โรคกลากในสุนัข เกิดจากเชื้อ *Microsporum canis* ส่วนพวก *Saprolegnia* sp. จะ ทำให้เกิดโรคตามผิวผนังของปลา

4. เชื้อราที่ทำให้เกิดอาการ แพ้ในมนุษย์ โดยเชื้อราพวกที่เป็นสาเหตุ อาการแพ้ที่ สำคัญ ได้แก่ *Ciadosporium* sp., *Aspergillus* sp., *Utilago* sp., และ *Chaetomium* sp.

5. เชื้อรา ที่สร้างสารพิษ สารพิษจากเชื้อราที่สำคัญที่ทำให้เกิดโรค คือ Aflatoxicosis เกิด จาก สาร Aflatoxin ที่ผลิตจาก เชื้อรา หลายชนิด โดย เฉพาะ อย่างยิ่ง *Aspergillus flavus* ซึ่งสามารถพบได้ตามอาหารทั่วไป ทำให้ผู้บริโภคเสียชีวิตได้

2.3.8 การก่อโรคของเชื้อรา

การก่อโรคของเชื้อราในคนสามารถจัดจำแนกได้ 3 ประเภท ดังนี้ (พรพรรณ, 2555)

1. Toxigenic fungi เชื้อรา ที่มีสารพิษอยู่ภายในหรือสารพิษที่เกิดขึ้นจากกระบวนการ ทำงานภายในของ เชื้อรา ซึ่งสารพิษนี้สามารถปล่อยออกมา ภายนอกทำให้ ผู้ที่ได้รับสารพิษก่อให้เกิดความผิดปกติของอวัยวะเป้าหมายของสารพิษดังกล่าว ในบางครั้งเชื้อราไม่ได้ปล่อยสารพิษ แต่สารที่ปล่อยจาก เชื้อรา เมื่ออยู่ในสภาพแวดล้อม มีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้าง ทำให้เกิดลักษณะที่เป็นพิษขึ้น มาได้ ซึ่งคนไข้ที่ได้รับสารพิษของ เชื้อรา จำพวกนี้จะเรียกว่า Mycotoxicosis และเรียกสารพิษก่อโรคดังกล่าวว่า Mycotoxin เชื้อราแต่ละชนิดจะปล่อยสารพิษในปริมาณและชนิดที่แตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของเชื้อรา แหล่งในการเจริญของเชื้อรา รวมถึงสิ่งที่มากระตุ้นให้เกิดการหลั่ง Mycotoxin (ตารางที่ 2.3)

ตารางที่ 2.3 ชนิดของสารพิษจากเชื้อรา (Mycotoxin) เชื้อราต้นเหตุและความผิดปกติที่เกิดขึ้น

สารพิษ(Mycotoxin)	เชื้อราต้นเหตุ	ความผิดปกติที่พบบ่อย
Aflatoxins	*Aspergillus flavus* *Aspergillus parasiticus*	Teratogenic และ liver carcinogenic
Ergot	*Penicillium* sp. *Aspergillus* sp. *Rhizopus* sp. *Claviceps purpurea*	Ergotism (มักจะพบลักษณะของการชักและเกิดความผิดปกติบริเวณปลายมือ -เท้า ในลักษณะของ gangrenous syndrome)
Trichothecences	*Fusarium* sp.	คลื่นไส้ อาเจียน และเกิดความผิดปกติในกลุ่มของ alimentary toxic aleukia
Ochratoxins	*Penicillium* sp. *Aspergillus* sp.	ส่งผลต่อความผิดปกติของไต (nephrotoxic)
3-Nitropropionic acid	*Arthrinium* sp.	เกิดภาวะอาหารเป็นพิษ ที่เรียกว่า moldy sugarcane poisoning

ที่มา: พรพรรณ (2555)

2. Allergenic fungi เชื้อราหรือส่วนของเชื้อราที่มีลักษณะคล้ายแอนติเจน (Antigen) ส่งผลกระตุ้นให้ร่างกายให้สร้าง Antibody ชนิด IgE ทำให้เกิดปฏิกิริยาภูมิไวเกิน (Hypersensitivity reaction type I) มีอาการของความผิดปกติคล้ายกับภาวะหอบหืด (Asthmatic like symptoms) โดยเชื้อราในกลุ่มนี้ ได้แก่ *Alternaria* sp., *Cladosporium* sp., *Epicoccum nigrum*, *Fusarium* sp., *Ganoderma* sp., *Aspergillus* sp. และ *Penicillium* sp.

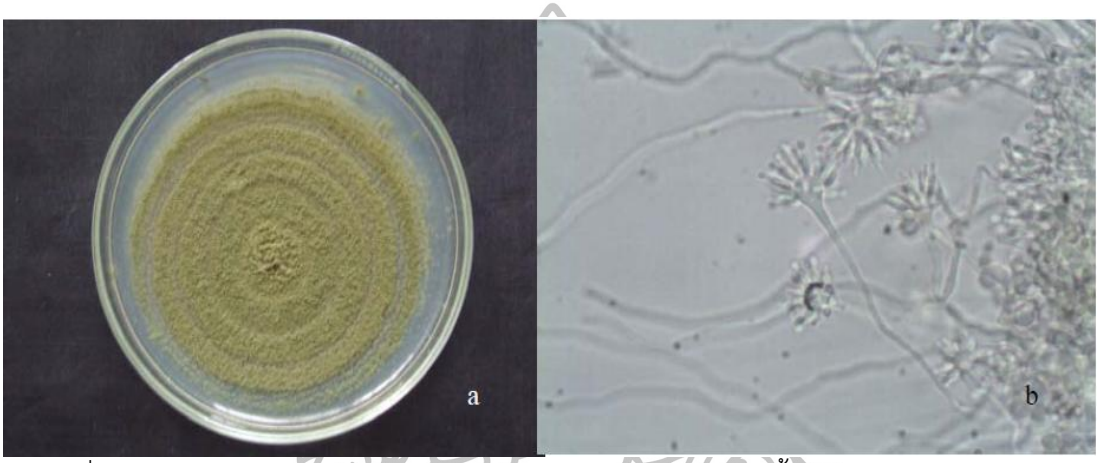
3. Invasive fungi เชื้อราที่สามารถเข้าไปเจริญ เติบโตอยู่ในร่างกายของคน ได้ อาจเจริญเฉพาะบริเวณผิวหนังหรือเข้าสู่อวัยวะภายใน เรียกการติดเชื้อราดังกล่าวนี้ ว่า Mycoses หรือ Mycosis ทั้งนี้ความรุนแรงของการเกิดโรค จากการติดเชื้อราสามารถแบ่งตามความลึกของการเจริญในร่างกายคนออกได้เป็น 4 ชนิด คือ Superficial mycoses, Cutaneous mycoses, Subcutaneous mycoses และ Systemic (deep) mycoses

2.4 ชนิดและปริมาณของเชื้อราที่พบมากในอากาศ

จากการศึกษาชนิดและปริมาณของ เชื้อราที่พบมากในอากาศของสถานที่ต่าง ๆ เช่น โรงพยาบาล สถานประกอบการสปา เป็นต้น มักพบเชื้อราชนิดต่าง ๆ ที่หลากหลาย จากการ ศึกษาเชื้อรา ในอากาศซึ่งเก็บตัวอย่างภายในที่อยู่อาศัยของผู้ป่วยโรคภูมิแ พ้ พบ เชื้อรา ที่สำคัญคือ *Penicilium* sp., *Cladosporium* sp. และ *Aspergillus* sp. (Beguin and Nolard, 1994) งานวิจัยของ สุทธิพร (2539) ทำการศึกษาเชื้อราในอากาศภายในและนอกอาคาร บริเวณถนนหลานหลวง และอาคารพฤกษศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย พบ เชื้อรา ชนิดเด่น คล้ายๆกัน ได้แก่ *Cladosprium* sp., *Cuvularia* sp., *Aspergillus* sp. และ *Pullularai* sp. ตามลำดับ โดยเชื้อราที่พบในอาคารมักเกิดจากสภาวการณ์ย่อยสลายสารอินทรีย์ สปอร์และเส้นใยของ เชื้อรา สามารถก่อให้เกิดโรคต่าง ๆ เชื้อราบางชนิดสามารถสร้างสารพิษ (Toxin) ได้หลายชนิดหรือเรียกว่า สารพิษจากเชื้อรา (Mycotoxins) โดยตัวอย่างเชื้อราที่สร้างสารพิษ ได้แก่ *Aspergillus* sp., *Fusarium* sp., *Penicillium* sp. และ *Trichoderma* sp. เป็นต้น ตัวอย่างสารพิษจาก เชื้อรา ดังกล่าว ได้แก่ Aflatoxins และ Trichothecenes ซึ่งเมื่อร่างกายได้รับจะขัดขวางการสังเค ราะห์โปรตีน และไปกดระบบภูมิคุ้มกัน (Immunnosuppression) ส่งผลต่อระบบทางเดินหายใจเป็นหลัก โดยสารพิษจะทำลายเยื่อเมือกทางเดินหายใจ ระคายเคืองตา จมูก และคอ เมื่อสปอร์ขนาดเล็กผ่านลงสู่ถุงลมปอด อาจก่อให้เกิดปอดอักเสบ นอกจาก นี้ยังพบว่าเชื้อราหลายชนิดสามารถผลิต VOCs และแอลกอฮอล์ ซึ่งส่งกระทบต่อระบบทางเดินหายใจ ปวดศีรษะ วิงเวียน ผิวหนังอักเสบ ท้องเสีย โดย เชื้อราบางชนิด เช่น *Aspergillus* sp. และ *Penicillium* sp. มีความสามารถเป็นเชื้อก่อโรคฉวยโอกาส (Opportunistic fungal pathogens) ในผู้ป่วยที่มีภูมิคุ้มกันบกพร่องได้ ซึ่งลักษณะของเชื้อราที่พบมากในโรงพยาบาล มีดังนี้ (กิจจา, 2556)

1. *Aspergillus* sp.

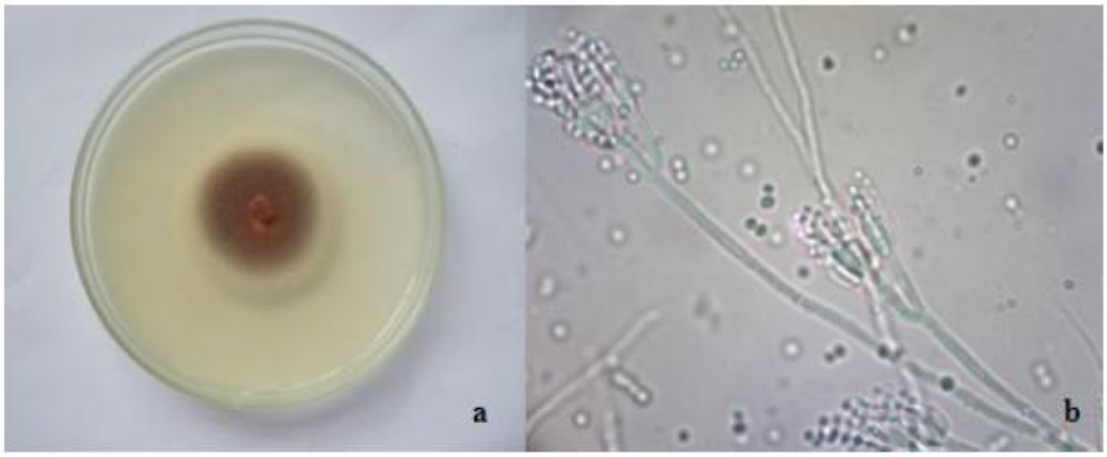
ลักษณะโคโลนีซ้อนกันเป็นระยะสีเขียว เส้นใยสีขาว มีผนังตามขวาง Conidiophores เกิดเดี่ยว ๆ ส่วนปลายพองออกเป็นรูปกลม Conidia มีลักษณะใสมีหนึ่งเซลล์ รูปร่างกลม เช่น *Aspergillus flavus* ลักษณะโคโลนีสีเขียวเหลือง มีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว Conidiophores มีสีใสผนังขรุขระ ยาวประมาณ 0.4-1.0 มิลลิเมตร Conidia มีรูปร่างแบบ Globose หนามละเอียด ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3.5 – 4.5 ไมโครเมตร (รูปที่ 2.2)



รูปที่ 2.2 ลักษณะโคโลนีและโครงสร้างภายใต้กล้องจุลทรรศน์ของเชื้อรา *Aspergillus flavus*
ที่มา: นงนุช (2550)

2. *Penicillium* sp.

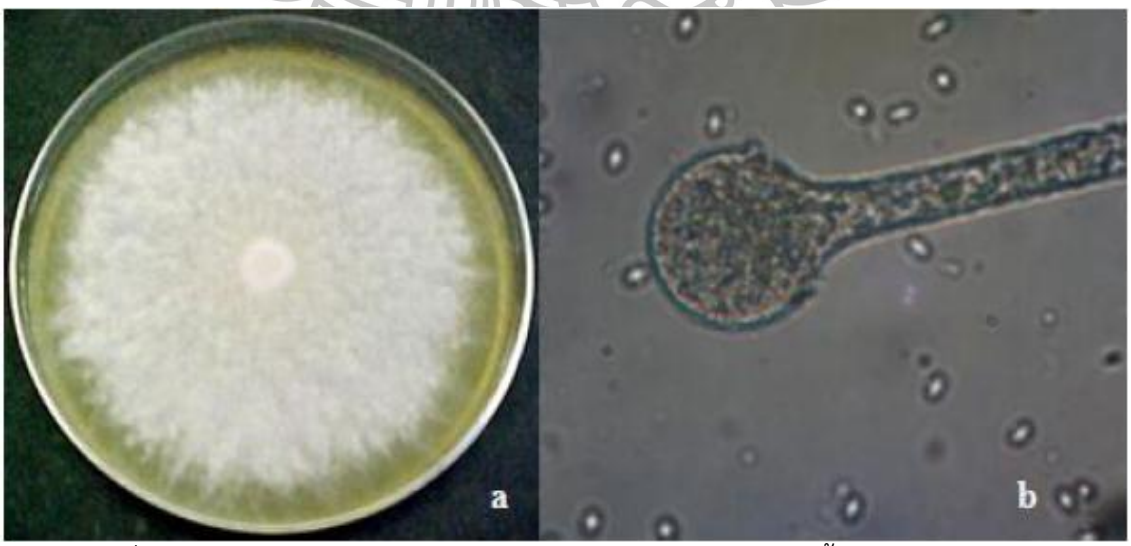
ลักษณะโคโลนีเดี่ยวเป็นขนคล้ายปุยนุ่น สีขาว - เขียว เส้นใยอัดแน่น ใสไม่มีสีและมีผนังกั้นตามแนวขวาง Conidiophores เกิดจาก Submerged หรือ Aerial hyphae ผนังเรียบหรือหยาบ แตกกิ่ง 2 ครั้ง Conidia รูปร่างแบบ Globose หรือ Subglobose มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.5 - 3.0 ไมโครเมตร (รูปที่ 2.3)



รูปที่ 2.3 ลักษณะโคโลนีและโครงสร้างภายใต้กล้องจุลทรรศน์ของเชื้อรา *Penicillum* sp.
ที่มา: อรวรรณ (2553)

3. *Mucor* sp.

ลักษณะโคโลนีมีสี Pale grey-olivaceous เป็น Sporangiophores โคโลนีสูงประมาณ 6-20 มิลลิเมตร แตกกิ่งก้านแบบ Sympodially อย่างช้า ๆ มีทั้งกิ่งขนาดสั้นและกิ่งยาว Sporangia จะมีสีค่อนข้างขาวจนถึงสีเหลืองอ่อน และเมื่อเวลาผ่านไประยะหนึ่งจะกลายเป็นสี Brownish grey เส้นผ่านศูนย์กลาง 80-100 ไมโครเมตร (รูปที่ 2.4)



รูปที่ 2.4 ลักษณะโคโลนีและโครงสร้างภายใต้กล้องจุลทรรศน์ของเชื้อรา *Mucor* sp.
ที่มา: อรวรรณ (2553)

2.5 การตรวจวินิจฉัยเชื้อราในอากาศ

การตรวจวินิจฉัยเชื้อราในอากาศทำได้โดย การศึกษาลักษณะโคโลนี (Macroscopic examination) ของเชื้อรา ที่แยกได้ทุกโคโลนี ได้แก่ ศึกษาสีของโคโลนี ผิวหน้าโคโลนี สีด้านใต้โคโลนี ลักษณะโคโลนี และศึกษาลักษณะ เชื้อราภายใต้กล้องจุลทรรศน์ (Microscopic examination) ทำการพิสูจน์หาชนิดของเชื้อราเพื่อยืนยันชนิดของเชื้อราก่อนรายงานผล โดยทำการศึกษาโครงสร้างของเชื้อราด้วยวิธี Scotch tape technique และย้อมเซลล์ด้วย Lacto phenol cotton blue (LPCB) และวินิจฉัยเชื้อราดังกล่าวภายในกล้องจุลทรรศน์ (กิจจา, 2555)

2.6 มาตรฐานคุณภาพอากาศ

ค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศภายในอาคารของต่างประเทศและหน่วยงานระหว่างประเทศ เช่น WHO ได้กำหนดค่ามาตรฐานด้าน Indoor Air Quality เพื่อใช้เป็นค่าแนะนำในการควบคุมคุณภาพอากาศ โดยมีการกำหนดวิธีการตรวจวัดค่าสำหรับการประเมินคุณภาพอากาศภายในดังนี้ (วุฒิไกร, 2551)

1. ตำแหน่งที่สุ่มตัวอย่าง ควรอยู่สูงจากพื้นระหว่าง 75 – 120 เซนติเมตร และอยู่กึ่งกลางห้องหรือพื้นที่ที่จะสำรวจ

2. จำนวนจุดตัวอย่างที่จะทำการวัด โดยอย่างน้อยควรมี 1 จุดสำหรับพื้นที่แต่ละชั้นที่มีการใช้ระบบปรับอากาศ 1 ชุด สำหรับพื้นที่ขนาดใหญ่ควรเป็นไปตามข้อกำหนด (ตารางที่ 2.4)

ตารางที่ 2.4 การกำหนดจำนวนจุดตัวอย่างที่ใช้ในการตรวจวัด

พื้นที่ (ตารางเมตร)	จำนวนจุดเก็บตัวอย่าง
3,000 < 5,000	8 จุด
5,000 < 10,000	12 จุด
10,000 < 15,000	15 จุด
15,000 < 20,000	18 จุด
20,000 < 30,000	21 จุด
30,000 หรือมากกว่า	25 จุด

ที่มา: วุฒิไกร (2551)

3. จากการศึกษาของ Pasquarella et al. (2000) ได้กำหนดเกณฑ์มาตรฐานการปนเปื้อนเชื้อจุลชีพ ในอากาศ (The index of microbial air contamination, IMA) เป็น 5

classes คือ IMA 0-5 Very good, IMA 6-25 Good, IMA 26-50 Fair, IMA 51-75 Poor และ IMA ≥76 Very poor ซึ่งปรับเป็น CFU/plate/hr ได้ดังตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 เกณฑ์มาตรฐานการปนเปื้อนเชื้อจุลชีพในอากาศ (The index of microbial air contamination, IMA)

IMA value	CFU/plate/hr	Class
0-5	0-9	Very good
6-25	10-39	Good
26-50	40-84	Fair
51-75	85-124	Poor
≥76	≥125	Very poor

ที่มา: Pasquarella et al. (2000)

Pasquarella et al. (2000) ได้เสนอระดับการปนเปื้อนเชื้อจุลชีพในอากาศ (IMA) สูงสุดที่ยอมรับได้ (Maximum acceptable level of index of microbial air contamination) ในสิ่งแวดล้อม บริเวณต่างๆของโรงพยาบาลที่มีความเสี่ยงในการแพร่กระจายเชื้อจุลชีพต่อผู้ปฏิบัติงานและผู้ใช้บริการ ดังตารางที่ 2.6

ตารางที่ 2.6 ระดับการปนเปื้อนเชื้อจุลชีพในอากาศ (IMA) สูงสุดที่ยอมรับได้

ระดับความเสี่ยงของสภาพแวดล้อม	สถานที่	ระดับการปนเปื้อนสูงสุดที่ยอมรับได้
สูงมาก	ห้องที่มีการทำความสะอาดอย่างดี เช่น ห้องแยกผู้ป่วย ห้องผ่าตัด ห้องเตรียมยา เป็นต้น	5
สูง	ห้องที่ต้องการความสะอาด เช่น ห้องล้างไต เป็นต้น	25
ปานกลาง	โรงพยาบาลทั่วไป หอผู้ป่วย โรงอาหาร	50
ต่ำ	ตามทางเดิน	75

ที่มา: Pasquarella et al. (2000)

2.7 การป้องกันและแก้ปัญหาการแพร่กระจายเชื้อทางอากาศในสถานพยาบาล

การแพร่กระจายเชื้อ โรคทางอากาศถือเป็นปัญหาสำคัญทางการแพทย์และสาธารณสุข โดยเฉพาะในสถานพยาบาล ปัจจุบันพบว่ามีอุบัติการณ์ของโรคระบบทางเดินหายใจเพิ่มสูงขึ้น และเชื้อโรคมีการดื้อยา มากขึ้น จนทำให้เกิดโรคร้ายแรงสายพันธุ์ใหม่ เช่น โรค SARS, Avian Influenza A H5N1 ซึ่งสามารถแพร่กระจายทางอากาศได้ดี ดังนั้นการป้องกันการแพร่การกระจายเชื้อ โรคทางอากาศในสถานพยาบาลจึงเป็นสิ่งจำเป็นที่ต้องควบคุม

2.7.1 การป้องกันการแพร่กระจายเชื้อทางอากาศในสถานพยาบาล

หลักการสำคัญในการป้องกันและควบคุมการแพร่กระจายเชื้อโรคในสถานพยาบาลมี 3 ประการ ดังนี้ (จริยา, 2550)

1. Administrative Controls เป็นขั้นตอนที่สำคัญมาก และสถานพยาบาลทุกแห่งจะต้องปฏิบัติตาม ดังนี้

1.1 สถานพยาบาลต้องตระหนักถึงความสำคัญ และกำหนดนโยบายตลอดจนแนวทางการปฏิบัติ เพื่อการป้องกัน และควบคุมโรคที่แพร่กระจายทางอากาศให้เหมาะสม

1.2 กำหนดหน้าที่และผู้รับผิดชอบในด้านต่าง ๆ ได้แก่ คณะกรรมการควบคุมโรคติดเชื้อในสถานพยาบาลเป็นผู้วางแนวทางปฏิบัติให้ความรู้แก่บุ คลากรและผู้ป่วย รวมทั้งผู้ที่เกี่ยวข้อง ควบคุมและประเมินแนวทางปฏิบัติ

1.3 ประเมินความเสี่ยงการแพร่เชื้อหรือติดเชื้อทางอากาศของหน่วยงานและพื้นที่ต่าง ๆ ภายในสถานพยาบาล รวมถึงการจำแนกบุคลากรตามความเสี่ยงเพื่อวางแนวปฏิบัติตามความเหมาะสม และจำแนกพื้นที่ในสถานพยาบาลตามความเสี่ยงของการแพร่กระจายเชื้อทางอากาศ

1.4 กำหนดแนวทางการคัดกรองวินิจฉัยผู้ป่วยที่แพร่กระจายเชื้อทางอากาศได้อย่างรวดเร็ว เพื่อประโยชน์ในการควบคุมโรค ตลอดจนมีแนวทางปฏิบัติที่ชัดเจนเกี่ยวกับการดูแลรักษา การแยกผู้ป่วย

1.5 ให้ความสำคัญและปฏิบัติตามหลักการของ Respiratory hygiene and cough etiquette ซึ่งมีความสำคัญเกี่ยวกับการแยกผู้ป่วยที่สงสัยออกจากบุคคลอื่น ตั้งแต่เข้ามาในสถานพยาบาล การควบคุมตั้งแต่แหล่งแพร่โรค คื อ ผู้ป่วย โดยการใช้หน้ากากอนามัยกับผู้ป่วยที่มีอาการทางระบบทางเดินหายใจทุกคน โดยเฉพาะเมื่อต้องทำกิจกรรมที่ก่อให้เกิดละออง รวมถึงส่งเสริมให้มีการล้างมือบ่อย ๆ

1.6 ให้ความรู้ กับบุคลากรทางการแพทย์เกี่ยวกับโรคที่แพร่กระจายทางอากาศ

1.7 มีคำแนะนำ สำหรับ ผู้ป่วยและญาติ เพื่อป้องกันและควบคุมการแพร่กระจายของเชื้อโรค

2. Environmental controls เป็นขั้นตอนที่ 2 ของการป้องกันและการควบคุมโรคที่แพร่กระจายทางอากาศ โดยมีจุดประสงค์ที่จะลดความ ปริมาณของเชื้อที่อยู่ในรูปของ ฝุ่นละอองในอากาศ โดยใช้หลักการทางวิศวกรรม และสถาปัตยกรรม โดยการควบคุมนี้แบ่งเป็น 2 ระดับ คือ

2.1 Primary environmental controls คือ การควบคุมที่แหล่งแพร่เชื้อซึ่งอาจจะเป็นผู้ป่วยหรือ สิ่งส่งตรวจทางห้องปฏิบัติการ โดยการใช้ระบบระบายอากาศเฉพาะที่ (Local exhaust ventilation) จาก Hoods ที่ใช้ในห้องปฏิบัติก าร หรือห้องเก็บเสมหะของผู้ป่วยผ่านการเจือจาง และขจัดเชื้อโรค โดยระบบการระบายอากาศที่แยกออกจากอากาศปกติ

2.2 Secondary environmental controls คือ การควบคุมไม่ให้อากาศโดยรอบบริเวณที่เป็นแหล่งโรคแพร่กระจายเชื้อ โดยการควบคุมทิศทางการไหลของอากาศ การกรองด้วยแผงกรองอากาศ หรือการใช้ Ultraviolet germicidal irradiation (UVGI) เป็นต้น

3. Respiratory Protection controls

เมื่อมีการควบคุมโดยวิธีทั้ง 2 ข้างต้น สิ่งแวดล้อมในสถานพยาบาลก็จะปนเปื้อนด้วยเชื้อโรคที่แพร่กระจายทางอากาศน้อยลง อย่างไรก็ตามบุคคลที่อยู่ ในห้องร่วมกับผู้ป่วยอาจได้รับเชื้อโรคจากผู้ป่วยได้ จึงต้องใช้เครื่องป้องกันร่างกาย ทั้งนี้สถานพยาบาลจะต้องจัดให้มีหน้ากากอนามัยในจำนวนเพียงพอ มีข้อบ่งชี้และการฝึกอบรมการใช้หน้ากากอนามัยอย่างสม่ำเสมอ

2.7.2 การแก้ปัญหาคุณภาพอากาศภายในอาคารภายในสถานพยาบาล

การจัดการและแนวทางการแก้ไขปัญหาคุณภาพอากาศภายในอาคารของโรงพยาบาล โดยเฉพาะเรื่องระบบปรับอากาศและการระบายอากาศ ควรยึดถือตามมาตรฐานระบบปรับอากาศและระบายอากาศสำหรับสถานพยาบาล ซึ่งมีความแตกต่างกับอาคารประเภทอื่น ดังนี้

1. ควบคุมการเคลื่อนที่ของอากาศภายในระหว่าง แผนก เช่น ห้องปลอดเชื้อไม่ควรอยู่ใกล้กับห้องตรวจโรคทางเดินหายใจ เป็นต้น

2. ควบคุมอัต ราการระบายอากาศ การกรองอากาศเพื่อเจือจางสิ่งปนเปื้อนในอากาศซึ่งอาจอยู่ในรูปของกลิ่น เชื้อจุลชีพต่าง ๆ สารเคมี และสารกัมมันตรังสี เป็นต้น

3. ควบคุมอุณหภูมิและความชื้นให้มีความเหมาะสม

4. มีระบบควบคุมที่มีความถูกต้องละแม่นยำ เพื่อควบคุมสภาวะแวดล้อมภายในโรงพยาบาล มีการเฝ้าระวังแหล่งของการติดเชื้อและทำการควบคุมที่เหมาะสม ดังนี้

4.1 การติดเชื้อแบคทีเรีย (Bacterial infection)

เชื้อแบคทีเรียที่แพร่กระจา ยทางอากาศ ได้แก่ เชื้อวัณโรค *Mycobacterium Tuberculosis* และ *Legionella pneumophila* โดยในอาคารของโรงพยาบาล

ต้องมีระบบกรองอากาศที่มีประสิทธิภาพ ร้อยละ 90–95 เนื่องจากเชื้อแบคทีเรียบางชนิดมักจะอยู่รวมกันทำให้มีขนาดใหญ่กว่า 1 ไมโครเมตร บางหน่วยงานจะใช้แผงกรองอากาศชนิด HEPA filter ซึ่งมีประสิทธิภาพในการกรองอนุภาคขนาด 0.3 ไมโครเมตร ได้ถึงร้อยละ 99.97

4.2 การติดเชื้อไวรัส (Viral Infection)

เชื้อไวรัสที่แพร่กระจายทางอากาศได้แก่ Varicella (อีสุกอีใสหรืองูสวัด) Rubella (หัดเยอรมัน) เป็นต้น เชื้อไวรัสที่แพร่กระจายในอากาศ มีขนาดเล็กมากในระดับ Submicron จึงไม่มีวิธีกำจัดเชื้อที่ปนเปื้อนในอากาศได้ ซึ่งการใช้แผ่นกรองอากาศชนิด Ultra low penetration air filter (ULPA) เป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพสูงสุดในขณะนี้ โดยการยับยั้งเชื้อไวรัสด้วยรังสีอัลตราไวโอเลต

4.3 เชื้อรา (Molds)

เชื้อราบางชนิด เช่น *Aspergillis* sp. สามารถส่งผลต่อผู้ป่วยมะเร็งเม็ดเลือดขาวระยะรุนแรง (Advanced leukemia) ผู้ป่วยปลูกถ่ายไขกระดูก (Bone marrow transplant) และผู้ป่วยที่มีภูมิต้านทานเชื้อโรคต่ำกว่าปกติ

5. การเติมอากาศภายนอกอาคาร (Outdoor air ventilation)

การนำอากาศจากภายนอกเข้ามาในอาคารต้องเป็นจุดที่เหมาะสม ไม่มีเชื้อจุลชีพต่าง ๆ ปะปน ซึ่งปัญหาการปนเปื้อนเชื้อ จุลชีพส่วนใหญ่ที่ใช้วิธีการนี้คือ มีแหล่งของเชื้ออยู่ภายในตัวอาคาร อากาศภายนอกที่เติมเข้ามาจะช่วยเจือจางปริมาณเชื้อจุลชีพภายในอาคาร โดยต้องมีกระบวนการออกแบบ ติดตั้ง และการสร้างความดันแตกต่างระหว่างพื้นที่อย่างถูกต้อง ทั้งนี้สามารถช่วยกำจัดเชื้อโรคในอากาศออกไปจากโรงพยาบาลได้

6. อุณหภูมิและความชื้น (Temperature and humidity)

สภาวะของอุณหภูมิและความชื้นภายในโรงพยาบาล มีความสำคัญที่สามารถช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของเชื้อจุลชีพได้ เช่น เชื้อรา สามารถเจริญเติบโตได้ดีที่อุณหภูมิ 20-30 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 50-60 เป็นช่วงที่เชื้อราส่วนใหญ่ชอบที่สุด

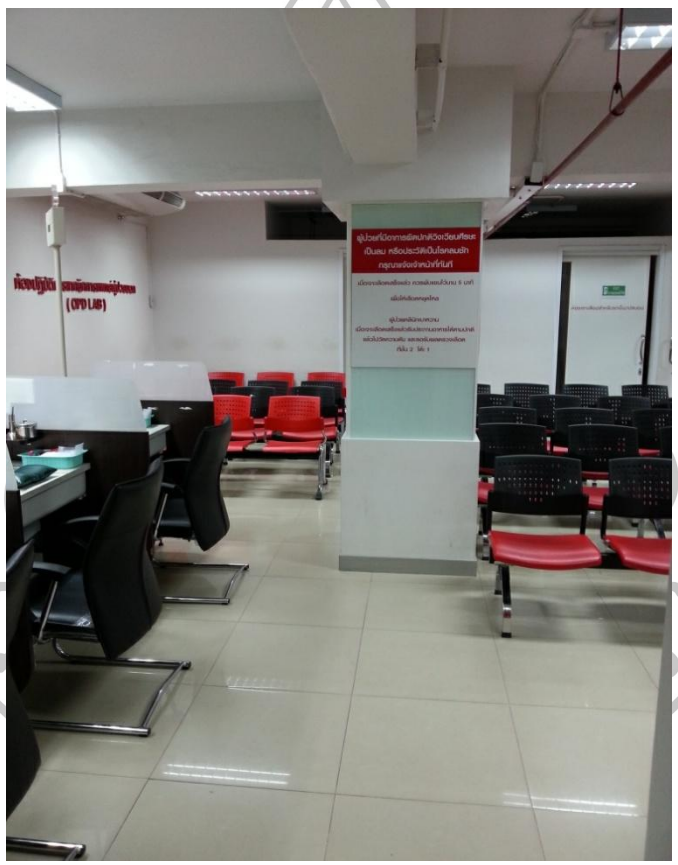
2.8 ห้องปฏิบัติการเทคนิคการแพทย์

ห้องปฏิบัติการเทคนิคการแพทย์ โรงพยาบาลนครปฐม เป็นห้องตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างจากเลือด ปัสสาวะ และสารคัดหลั่งต่าง ๆ จากผู้ป่วย บางส่วนต้องสัมผัสกับผู้ป่วย เช่น การเจาะเลือด เป็นต้น จึงมีโอกาสได้รับเชื้อจุลชีพได้มาก ซึ่งห้องปฏิบัติการเทคนิคการแพทย์ โรงพยาบาลนครปฐม ประกอบด้วยห้องทำงาน 5 ห้อง ได้แก่ ห้องปฏิบัติการแผนกผู้ป่วยนอก (OPD Lab) ห้องปฏิบัติการกลาง (Central Lab) งานธนาคารเลือด (Blood Bank) ห้องจุลชีววิทยา (Microbiology) และห้อง

ธุรการ (Office) ซึ่งแต่ละห้องมีลักษณะการสัมผัสเชื้อจุลชีพที่แตกต่างกัน ห้องทำงาน แต่ละห้องแยกออกจากกันชัดเจน โดยลักษณะงานและการสัมผัสผู้ป่วย เป็นดังนี้

1. ห้องปฏิบัติการเทคนิคการแพทย์แผนกผู้ป่วยนอก (OPD Lab)

ขนาดพื้นที่ประมาณ 50 ตารางเมตร เป็นห้องปิด มีระบบปรับอากาศภายในห้อง แต่ไม่มีระบบระบายอากาศ (รูปที่ 2.5) ผู้ป่วยเดินเข้าออกตลอดเวลา รับผู้ป่วยที่เข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลวันละประมาณ 400 – 600 ราย เจ้าหน้าที่ปฏิบัติงานสามารถสัมผัสเชื้อแบคทีเรีย และเชื้อรา ได้ทั้งจากการสัมผัสตัวผู้ป่วยและการฟุ้งกระจายจากการไอ จาม ของผู้ป่วย



รูปที่ 2.5 ห้องปฏิบัติการเทคนิคการแพทย์แผนกผู้ป่วยนอก (OPD Lab)

2. ห้องปฏิบัติการกลาง (Central Lab)

ขนาดพื้นที่ประมาณ 40 ตารางเมตร เป็นห้องปฏิบัติการรวมของโรงพยาบาลนครปฐม มีระบบปรับอากาศภายในห้อง ระบายอากาศโดยใช้พัดลมดูดอากาศ (รูปที่ 2.6) เป็นห้องที่รับเฉพาะตัวอย่างทดสอบมาดำเนินการตรวจ ไม่ได้สัมผัสกับผู้ป่วยโดยตรง การแพร่กระจายของเชื้อ

จุลชีพ จึงมีสาเหตุเดียว คือ จากเชื้อที่อยู่ในตัวอย่างตรวจของผู้ป่วย ฟุ้งกระจายไปในระบบระบายอากาศของห้องนี้เท่านั้น

รูปที่ 2.6 ห้องปฏิบัติการกลาง (Central Lab)

3. งานธนาคารเลือด (Blood Bank)

ขนาดพื้นที่ประมาณ 40 ตารางเมตร ห้องปฏิบัติการธนาคารเลือด มีทั้งการรับบริจาคเลือดและการเตรียมเลือดให้ผู้ป่วย มีระบบปรับอากาศภายในห้อง แต่ไม่มีระบบระบายอากาศ (รูปที่ 2.7) โดยลักษณะงานแล้วควรเป็นห้องที่ป ราศจากเชื้อ ทั้งนี้เพื่อป้องกันการติดเชื้อของผู้บริจาคโลหิตและการปนเปื้อนของจุลชีพในส่วนประกอบเลือด

รูปที่ 2.7 งานธนาคารเลือด (Blood bank)

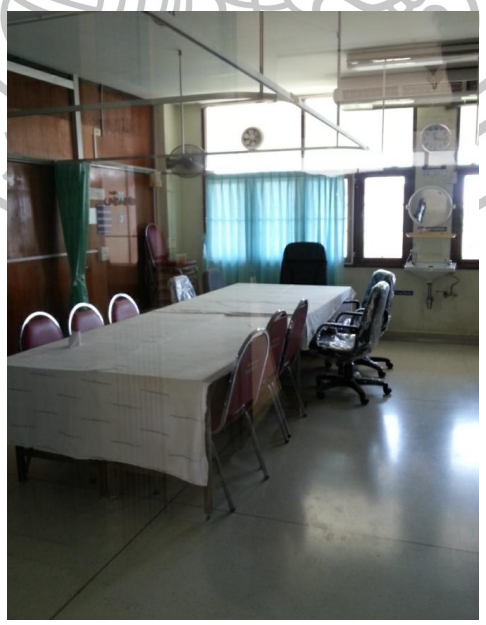
4. ห้องจุลชีววิทยา (Microbiology)

ขนาดพื้นที่ประมาณ 20 ตารางเมตร ห้องจุลชีววิทยามีระบบปรับอากาศภายในห้อง ระบายอากาศโดยใช้พัดลมดูดอากาศ ห้องจุลชีววิทยา รับตัวอย่างส่งตรวจจากผู้ป่วยทั้งผู้ป่วยที่นอนรักษาในโรงพยาบาล และผู้ป่วยที่เข้ามารักษาจากภายนอก โดยการเพาะเชื้อหาชนิด ปริมาณ และความไวต่อยาของเชื้อแบคทีเรีย และ เชื้อรา (รูปที่ 2.8) ซึ่งทำให้มีโอกาสแพร่กระจายเชื้อได้มาก เนื่องจากในการปฏิบัติงานต้องสัมผัสกับเชื้อตลอดเวลา เชื้อสามารถแพร่กระจายในอากาศได้มากขึ้นด้วย

รูปที่ 2.8 ห้องจุลชีววิทยา (Microbiology)

5. ห้องธุรการ (Office)

ขนาดพื้นที่ประมาณ 20 ตารางเมตร มีระบบปรับอากาศภายในห้อง ระบายอากาศโดยใช้พัดลมดูดอากาศ (รูปที่ 2.9) เป็นห้องทำงานด้านเอกสารรวมถึงเก็บแฟ้มต่าง ๆ ไม่มีการสัมผัสกับผู้ป่วยหรือตัวอย่างจากผู้ป่วย ซึ่งห้องทำงานนี้เป็นห้องแยกออกจากห้องอื่น ๆ แต่อยู่ภายในตึกเดียวกัน



รูปที่ 2.9 ห้องธุรการ (Office)

2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กิจจา (2554) ได้ทำการเก็บตัวอย่าง เชื้อราในอากาศโดยใช้วิธีวางจานอาหารดักเชื้อ (Open plate) ทำการเก็บตัวอย่างในสถานบริการสปา โดยเก็บตัวอย่างทั้งหมด 18 ตัวอย่างจากสปา 3 แห่ง พิจารณาร่วมกับอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ ซึ่งผลการศึกษาปรากฏว่า พบ เชื้อรา *Scedosporium* sp. มากที่สุด รองมาคือ *Penicillium* sp.

กฤษณียา (2548) ได้ทำการศึกษาชนิดและปริมาณแบคทีเรียและ เชื้อรา ที่ก่อโรคในโรงพยาบาล โดยเปรียบเทียบวิธีเก็บตัวอย่างจุลชีพในอากาศ แบบวิธี Andersen Impactor และ Open plate ซึ่งผลปรากฏว่า ทั้งสองวิธีมีความสอดคล้องกัน แต่วิธี Open plate มีเชื้อราคาถูกกว่า และไม่ต้องมีเครื่องมือในการเก็บตัวอย่าง จึงง่ายต่อการนำไปใช้

พินิจ (2553) ศึกษาการแพร่กระจายเชื้อ *Pseudomonas aeruginosa* ภายในโรงพยาบาลนภาลัย จังหวัดสมุทรสงคราม โดยทำการศึกษาเป็นระยะเวลา 12 เดือน ตั้งแต่เดือนมกราคม จนถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2553 ทำการเก็บตัวอย่างเดือนละ 1 ครั้ง จำนวน 8 จุด ภายในแผนกต่าง ๆ ของโรงพยาบาลนภาลัย ด้วยวิธี Open plate และนำมาทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทางด้านอุตุนิยมวิทยาและจำนวนผู้ป่วย จากผลการศึกษาพบว่ามีเชื้อแบคทีเรีย *P.aeruginosa* มากที่สุดในห้องเก็บขยะติดเชื้อ คือ 0.132 cfu/ft^2/min ส่วนห้องผ่าตัดและแผนกทันตกรรมไม่พบเชื้อแบคทีเรีย *P.aeruginosa* ซึ่งเดือนที่พบมากที่สุด คือ เดือนเมษายน และพบว่ามีความสัมพันธ์กับปัจจัยของสภาพแวดล้อมทางกายภาพ ได้แก่ อุณหภูมิอากาศและอุณหภูมิดิน อีกทั้งยังพบว่ามีความสัมพันธ์เชิงลบกับจำนวนผู้มารับบริการทั้งหมดในโรงพยาบาล

ศิริพร และ กาญจนา (2555) ศึกษาการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ในบรรยากาศภายในโรงพยาบาลชุมชนที่มีขนาดแตกต่างกัน จำนวน 3 แห่ง โดยทำการเก็บตัวอย่างจุลินทรีย์ในอากาศทั้งหมด 4 จุด คือ คลินิกวัณโรค หอผู้ป่วยนอก ห้องอุบัติเหตุฉุกเฉิน และห้องบริหารงานทั่วไป ด้วยวิธี Biosampler และ Open plate จากการศึกษาพบว่ามีเชื้อแบคทีเรียในโรงพยาบาลชุมชนที่ศึกษาทั้งหมด 8 ชนิด โดยจำแนกได้เป็น 2 กลุ่ม คือ เชื้อก่อโรค จำนวน 1 ชนิด คือ *Acinetobacter* sp. และเชื้อไม่ก่อโรค จำนวน 7 ชนิด ได้แก่ *Aspergillus* sp., *Staphylococcus* sp., *Micrococcus* sp., *Diphtheroil* sp., *Streptococcus* sp., *Bacillus* sp. และ *Fusarium* sp. ซึ่งปริมาณเชื้อจุลินทรีย์เฉลี่ยสูงสุด พบที่โรงพยาบาลชุมชนขนาด 120 เตียง 30 เตียง และ 90 เตียง ตามลำดับ โดยจุลินทรีย์ที่พบมากที่สุดในทั้ง 3 โรงพยาบาล คือ แบคทีเรีย *Bacillus* sp. และเชื้อรา *Aspergillus* sp. ซึ่งเป็นเชื้อฉวยโอกาส อาจก่อโรคกับผู้ที่มีร่างกายอ่อนแอได้

สุวัฒน์ (2552) ศึกษาระดับความเข้มข้นและจำแนกชนิดของเชื้อแบคทีเรียและเชื้อราในอากาศภายในอาคารของโรงพยาบาลศิริราช โดยทำการศึกษาชนิดและปริมาณของ เชื้อแบคทีเรียและเชื้อราในอากาศของตึกผู้ป่วยนอก ด้วยเครื่อง Portable BioStage® single stage bioaerosol

impaction sampler ทำการเก็บตัวอย่างในช่วงเดือนเมษายน ถึงเดือนมิถุนายน พ .ศ. 2551 จำนวน 14 จุด จากการศึกษาพบว่า ปริมาณเชื้อราทั้งหมดในอากาศอยู ในชวง 1.5×10^2 ถึง 7.6×10^2 cfu/m^3 โดยพบ Non-sporulate septate mold, Dematiaceous mold, *Penicillium* sp. และ *Aspergillus* sp. เป็นส่วนใหญ่ ยกเว้นห้องจ่ายยาพบว่ามี ปริมาณเชื้อราในอากาศอยู่ในเกณฑ์ยอมรับได (500 cfu/m^3) ส่วนปริมาณแบคทีเรียในอากาศภา ยในอาคารของทุกพื้นที่เก็บตัว อย่าง มีปริมาณเกินเกณฑ์ที่ยอมรับได (>500 cfu/m^3) คืออยู่ในช่วง 9.6×10^2 ถึง 2.7×10^3 cfu/m^3 สวนใหญ่เป็นแบคทีเรียประจำถิ่นที่พบตามผิวหนังซึ่งไม ก่อโรค เช่น Coagulase-negative staphylococci และ *Bacillus* sp. และพบว่าปัจจัยทาง สภาพแวดล้อม ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ความหนาแน่นของคนในพื้นที่ และชนิดของระบบระบายอากาศ มีผลต่อระดับความเข้มข้นของแบคทีเรียและเชื้อราในอากาศ

Ekhaise et al. (2008) ศึกษาปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศภายในโรงพยาบาล จำนวน 2 แห่ง ที่กรุงเบนิน ประเทศไนจีเรีย โดยทำทดลองเพื่อศึกษาหาปริมาณแบคทีเรียและ เชื้อรา ด้วยวิธี Open plates ทำการเก็บตัวอย่างวันละ 3 ครั้งในช่วงเวลาต่างๆ คือ ช่วงเช้า 10.00 -11.00 น. ช่วงบ่าย 12.00 – 14.00 น. และช่วงเย็น 17.00 – 18.00 น. เพื่อเปรียบเทียบปริมาณเชื้อที่พบในแต่ละช่วงเวลา และจำแนกชนิดของจุลินทรีย์ตามลักษณะและความจำเพาะเจาะจง ซึ่งจากการทดลองตรวจพบ แบคทีเรีย 6 ชนิด และเชื้อรา 4 ชนิด โดยการแพร่กระจายของจุลินทรีย์จะมีปริมาณสูงที่สุดในห้องปฏิบัติการ วิเคราะห์แบคทีเรียและหอผู้ป่วยหญิง สำหรับห้องผ่าตัดมีการตรวจพบเชื้อจุลินทรีย์น้อยที่สุด

Nunes et al. (2003) ทำการศึกษาปริมาณจุลชีพในอากาศภายในโรงพยาบาล โรงงานอุตสาหกรรม และศูนย์การค้า ที่ประเทศบ เชื้อราซิล พบว่าที่ศูนย์การค้าและโรงงานอุตสาหกรรมมีปริมาณเชื้อ จุลชีพใกล้เคียงกัน ส่วนโรงพยาบาลพบว่ามีเชื้อจุลชีพน้อยที่สุด ทั้งนี้เนื่องจากจำนวนคนและลักษณะงานเป็นสาเหตุหลักของการกำเนิดเชื้อจุลชีพ

Schleibinger et al. (2004) ทำการศึกษาจุลชีพในอากาศภายในอาคารสำนักงานที่ประเทศเยอรมันนี พบว่าเชื้อจุลชีพที่พบมากในอาคารเกิดจากระบบระบายอากาศไม่ดี และผู้ใช้อาคารไม่รักษาสุขลักษณะให้ดี ทำให้เกิดการสะสมของเชื้อจุลชีพได้มาก ซึ่งสามารถก่อให้เกิดโรคได้ในผู้ที่มีภูมิคุ้มกันต่ำกว่าปกติ

Nandanlal et al. (2007) ศึกษาความหนาแน่นและการแพร่กระจายของเชื้อ *Staphylococcus aureus* และ *Pseudomonas aeruginosa* ที่แพร่กระจายในอากาศภายในอาคารของโรงพยาบาลที่เมืองมันดะ ประเทศอินเดีย โดยทำการทดลองในช่วงเดือนกันยายน ปี ค.ศ. 1997 จนถึง เดือนมิถุนายน ปี ค.ศ. 1999 เก็บตัวอย่างทั้งหมด 8 ครั้ง ซึ่งผลการทดลองพบว่า เชื้อที่ตรวจพบในระบบทางเดินหายใจและลำคอของผู้ป่วยที่มีการอาการไอและ จาม จะมีการแพร่กระจาย

และตรวจพบในบริเวณต่าง ๆ เช่น เตียง พื้น และอุปกรณ์ต่าง ๆ ในโรงพยาบาล ซึ่งเป็นสาเหตุหลักที่ทำให้เกิดการติดเชื้อภายในโรงพยาบาล

ณัติฐพงศ์ (2548) ได้ทำการศึกษาการแพร่กระจายของฝุ่นละอองและเชื้อรา ภายในโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ โดยทำการเก็บตัวอย่างในแผนกต่าง ๆ ทั้งหมด 5 แผนก ได้แก่ แผนกฉุกเฉิน แผนกผู้ป่วยใน แผนกผู้ป่วยนอก แผนกห้องปฏิบัติการ และแผนกบริหารทั่วไป ผลการศึกษาพบว่า แผนกผู้ป่วยในมีจำนวน เชื้อรา มากที่สุด รองลงมา คือ แผนกฉุกเฉิน แผนกผู้ ป่วยนอก แผนกห้องปฏิบัติการ และแผนกบริหารงานทั่วไป โดยชนิดของเชื้อราที่พบมากที่สุด คือ *Aspergillus* sp.

Sautour et al. (2009) ได้ทำการศึกษาการแพร่กระจายของ เชื้อราในอากาศภายในห้องเจาะเลือดเด็กและผู้ใหญ่ โดยทำการเก็บตัวอย่างเป็นเวลา 1 ปี ผลการศึกษา พบว่า จำนวนเชื้อราโดยเฉลี่ยภายในห้องเจาะเลือดเด็กและผู้ใหญ่ คือ 4.1 cfu/m^3 และ 3.9 cfu/m^3 ตามลำดับ เชื้อราชนิดที่พบมากที่สุด คือ *Penicillium* sp. (ร้อยละ 23-25) รองลงมา คือ *Aspergillus* sp. (ร้อยละ 15-23) และ *Bjerkandera adusta* (ร้อยละ 11-13) ตามลำดับ ซึ่งจำนวนเชื้อราที่พบในฤดูหนาวจะมีปริมาณน้อยกว่าฤดูร้อน

ปุณญานิช (2549) ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างฝุ่นละอองและ เชื้อราในอากาศของโรงพยาบาลจำนวน 19 แห่ง ในเขตจังหวัดนนทบุรี ปทุมธานี และสมุทรป ราการ โดยทำการเก็บตัวอย่างในแผนกต่าง ๆ ของโรงพยาบาล ได้แก่ แผนกฉุกเฉิน แผนกผู้ป่วยนอก หน่วยจ่ายกลาง หอผู้ป่วย หอผู้ป่วยวิกฤติด้านอายุรกรรม และแผนกบริหารงานทั่วไป ผลการศึกษา พบว่า แผนกฉุกเฉินมีจำนวนเชื้อราในอากาศมากที่สุด สำหรับหอผู้ป่วยวิกฤติด้านอายุรกรรม พบว่ามีจำนวน เชื้อรา น้อยที่สุด โดย เชื้อรา ที่พบส่วนใหญ่เป็น เชื้อรา ที่มีอยู่ทั่วไปในธรรมชาติ สามารถทำให้เกิดโรคแบบฉวยโอกาสในผู้ที่มีสุขภาพอ่อนแอ ซึ่งชนิดของ เชื้อรา ที่พบมากที่สุด ได้แก่ *Aspergillus* sp. และ *Penicillium* sp.

Ross et al. (2004) ได้ทำการศึกษาปริมาณแบคทีเรียและ เชื้อราในอากาศภายในอาคารที่มีการใช้เครื่องปรับอากาศ ได้แก่ ห้องประชุม โรงพยาบาล บริษัทฯ และศูนย์การค้า ของประเทศบ ราซิล ผลการศึกษาพบว่า โรงพยาบาลมีจำนวน เชื้อรา ในอากาศสูงเกินค่ามาตรฐานที่องค์การอนามัยโลกกำหนดเกือบ 4 เท่า ซึ่งชนิดของ เชื้อรา ที่พบมากที่สุด คือ *Penicillium* sp. รองลงมา คือ Aspergillus sp., Epicoccum sp. และ Alternaria sp. ตามลำดับ อีกทั้งยังพบว่ากิจกรรมและจำนวนของผู้อาศัยภายในอาคารเป็นปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณของแบคทีเรียและ เชื้อราในอากาศ

บทที่ 3
วิธีการทดลอง

3.1 การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ

อาหารเลี้ยงเชื้อสำหรับการเก็บตัวอย่างและการเพาะเลี้ยงเชื้อราที่ใช้ในการทดลองนี้คือ Potato dextrose agar (PDA) ซึ่งเป็นอาหารเลี้ยงเชื้อที่สามารถเตรียมได้ง่ายและราคาถูก โดยมีส่วนประกอบและวิธีการเตรียมดังนี้ (บัญญัติ, 2537)

3.1.1 ส่วนประกอบของอาหารเลี้ยงเชื้อ Potato dextrose agar (PDA)

อาหารเลี้ยงเชื้อ Potato dextrose agar (PDA) มีส่วนประกอบ มีดังนี้

1. มันฝรั่ง 200 กรัม
2. Glucose 20 กรัม
3. Agar granulated 15 กรัม
4. น้ำกลั่น 1,000 มิลลิลิตร

3.1.2 การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ Potato dextrose agar (PDA)

อาหารเลี้ยงเชื้อ Potato dextrose agar (PDA) มีวิธีการเตรียมดังนี้

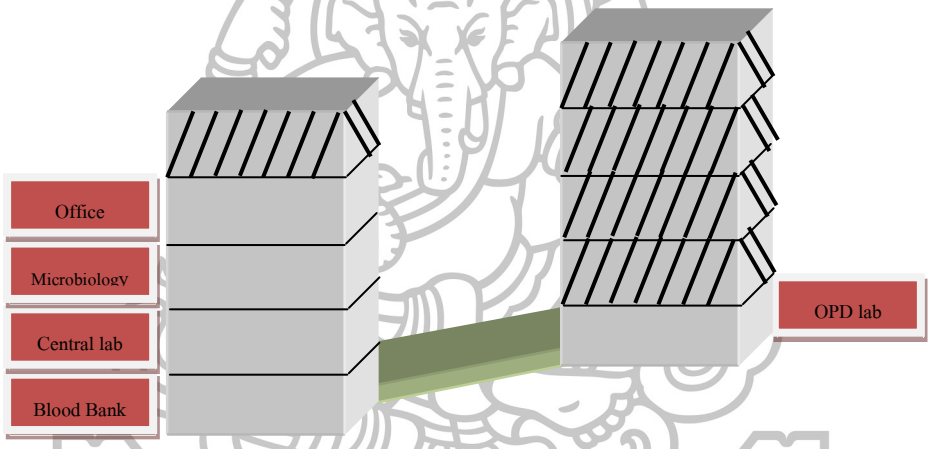
1. นำมันฝรั่งมาปลอกเปลือกแล้วหั่นเป็นชิ้นขนาดลูกเต๋าจำนวน 200 กรัม นำไปต้มในน้ำกลั่นปริมาตร 1,000 มิลลิลิตร ต้มจนเดือนนาน 15 นาที
2. กรองแยกส่วนน้ำออกมา เติมน้ำกลั่นให้ครบ 1,000 มิลลิลิตร
3. เติม Glucose 20 กรัม และ Agar granulated 15 กรัม
4. นำไปต้มให้ Glucose และ Agar granulated ละลาย
5. ฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที
6. จากนั้นรอให้เย็นที่อุณหภูมิ 40-50 องศาเซลเซียส จึงนำออกจากหม้อนึ่งความดันแล้วเทลงจานเพาะเชื้อที่ปราศจากเชื้อ ปริมาตรจานละ 25 มิลลิลิตร รอให้อาหารแข็งตัว
7. ทดสอบการปราศจากเชื้อ (Sterility check) โดยสุ่มนำอาหารเลี้ยงเชื้อมาร้อยละ 5 ของจำนวนจานอาหารเลี้ยงเชื้อทั้งหมดที่เตรียม (Isenberg, 2003) นำมา Incubate ที่ 25 องศาเซลเซียส นาน 12-14 ชั่วโมง ถ้ามีเชื้อขึ้นแสดงว่ามีการปนเปื้อนต้องเตรียมใหม่ทั้งหมด

3.2 ขั้นตอนการเก็บตัวอย่าง

3.2.1 สถานที่เก็บตัวอย่าง

เก็บตัวอย่างภายในห้องปฏิบัติการเทคนิคการแพทย์ โรงพยาบาลนครปฐม จังหวัดนครปฐม ประกอบด้วยห้องทำงานจำนวน 5 ห้อง อยู่ภายในตึก 2 ตึก (รูปที่ 3.1) ดังนี้

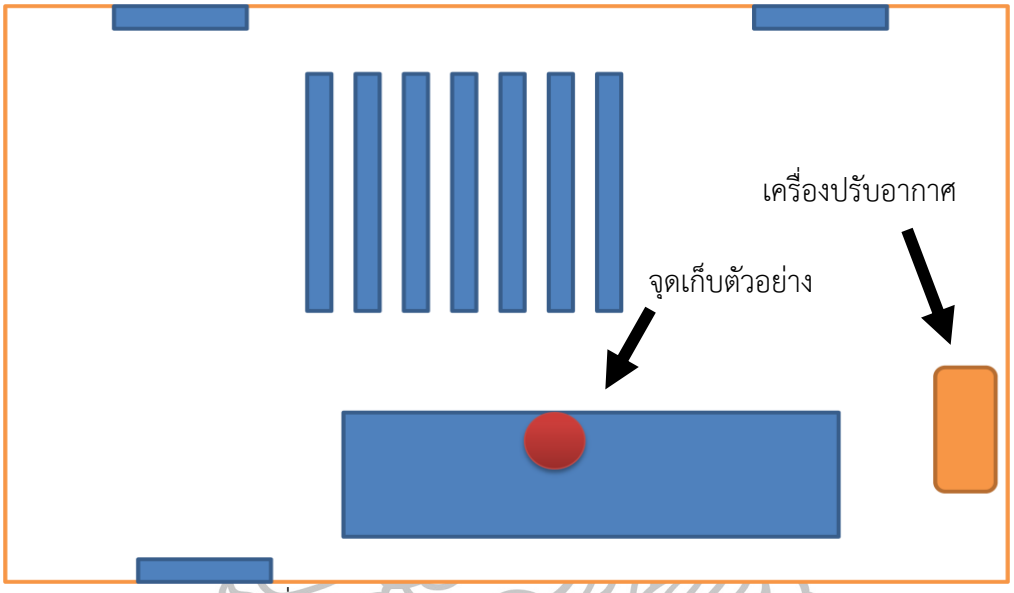
1. ห้องปฏิบัติการแผนกผู้ป่วยนอก (OPD Lab)
2. ห้องปฏิบัติการกลาง (Central Lab)
3. งานธนาคารเลือด (Blood Bank)
4. ห้องจุลชีววิทยา (Microbiology)
5. และห้องธุรการ (Office)



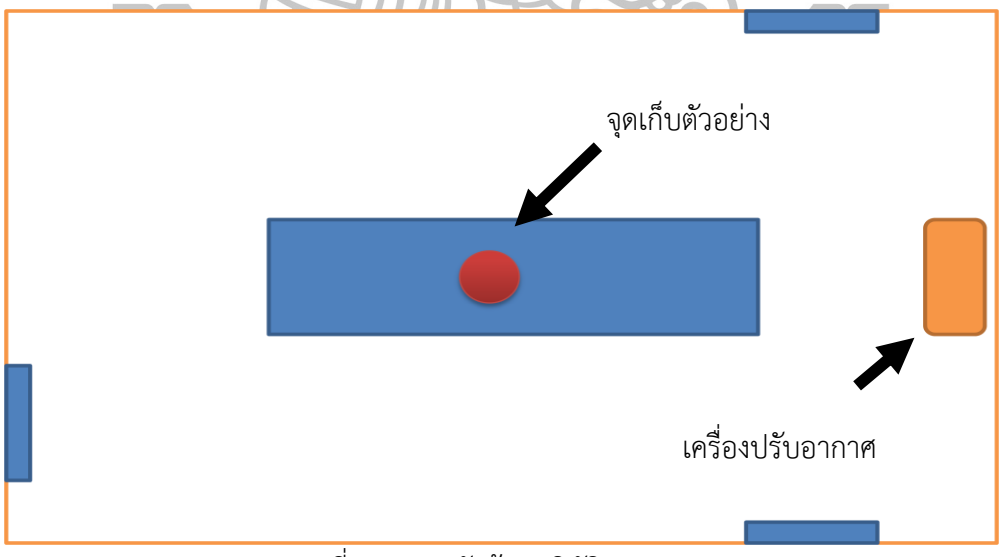
รูปที่ 3.1 ที่ตั้งของห้องปฏิบัติการเทคนิคการแพทย์ในโรงพยาบาลนครปฐม

3.2.2 แผนผังห้องปฏิบัติการเทคนิคการแพทย์ โรงพยาบาลนครปฐม และจุดเก็บตัวอย่าง

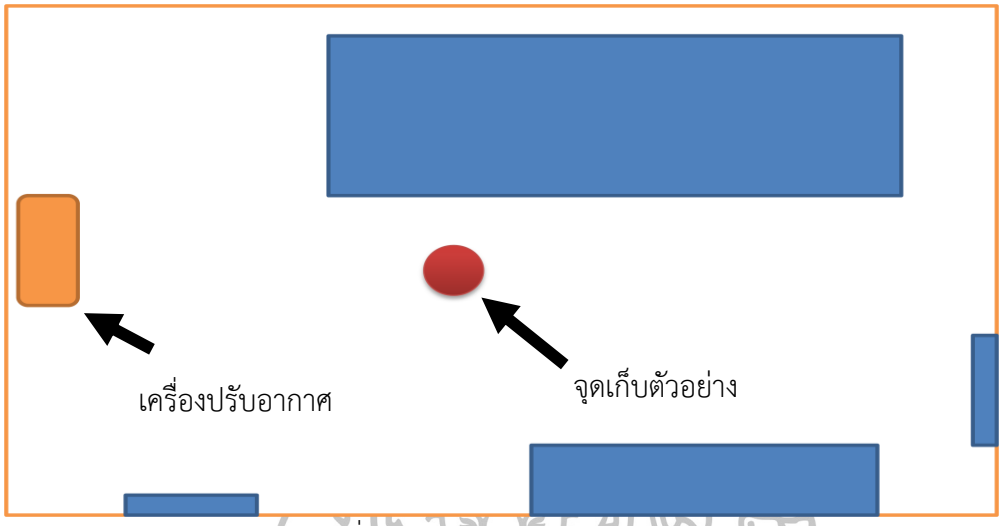
แผนผังห้องปฏิบัติการเทคนิคการแพทย์ และจุดเก็บตัวอย่าง แต่ละห้อง แสดงดังรูปที่ 3.2 - 3.6



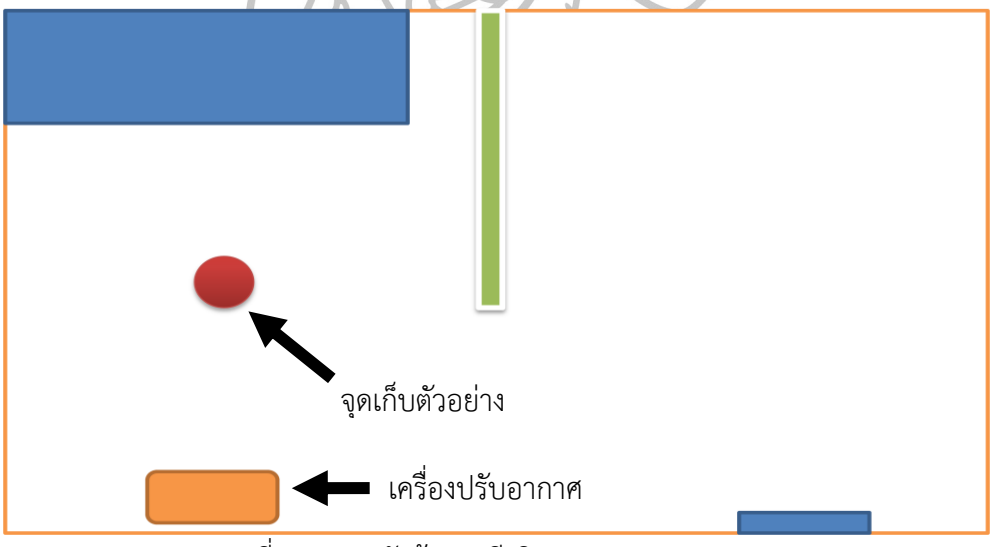
รูปที่ 3.2 แผนผังห้องปฏิบัติการแผนกผู้ป่วยนอก



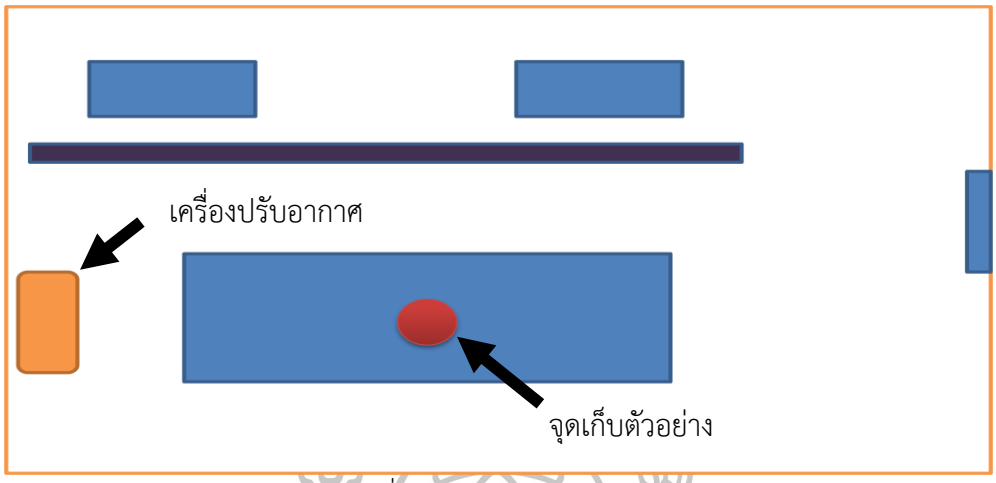
รูปที่ 3.3 แผนผังห้องปฏิบัติการกลาง



รูปที่ 3.4 แผนผังงานธนาคารเลือด



รูปที่ 3.5 แผนผังห้องจุลชีววิทยา (Microbiology)



รูปที่ 3.6 แผนผังห้องธุรการ

3.2.3 ช่วงเวลาและขั้นตอนในการเก็บตัวอย่าง

ทำการเก็บตัวอย่าง ในเวลา 10.00 น. – 12.00 น. เนื่องจากเป็นช่วงที่มีผู้ใช้บริการและผู้ปฏิบัติงานมากที่สุด จึงมีโอกาสพบเชื้อมาก โดยทำการเก็บวันจันทร์ถึงวันศุกร์ เป็นเวลา 6 สัปดาห์ เริ่ม ตั้งแต่เดือนสิงหาคม 2558 ถึง ตุลาคม 2558 โดยในแต่ละห้องวางจานอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA 1 จุด จุดละ 3 จาน (วุฒิไกร, 2551) มีขั้นตอนการเก็บตัวอย่าง ดังนี้

1. วางจานอาหารเลี้ยงเชื้อบริเวณเครื่องปรับอากาศพัดลมลงมา ในแต่ละห้อง ที่ความสูงจากพื้น 75 เซนติเมตร (วุฒิไกร, 2551)

2. เก็บตัวอย่างแบบ Open plate เป็นเวลา 2 ชั่วโมง (กฤษณียา, 2548)

3. เมื่อครบกำหนด 2 ชั่วโมง ทำการเก็บจานอาหารเลี้ยงเชื้อไปบ่มเชื้อเพื่อทำการวิเคราะห์ต่อไป

3.2.4 การวิเคราะห์หาเชื้อ

นำตัวอย่างที่เก็บมาวิเคราะห์ โดย

1. นำจานอาหารเลี้ยงเชื้อที่เก็บตัวอย่างแล้วมาเข้าตู้บ่มเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมง

2. ตรวจนับจำนวนเชื้อราจากจานเพาะเชื้อ โดยนับจำนวนโคโลนีและรายงานผลเป็น cfu/plate/hr

3. บ่มเชื้อต่ออีก 4 วัน เพื่อศึกษาลักษณะโคโลนี สีของโคโลนี ทั้งด้านหน้าและด้านใต้ เพื่อแยกชนิดเชื้อรา

3.2.5 ปัจจัยที่เกี่ยวข้อง

ปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการศึกษา มีดังนี้

1. จำนวนผู้มาใช้บริการในแต่ละวัน
2. ลักษณะงานของแต่ละห้อง รวมถึงจำนวนผู้ปฏิบัติงานในห้องนั้น ๆ
3. สภาพอากาศ ได้แก่ อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ วัดโดยเทอ ร์โมมิเตอร์ยี่ห้อ Indoor/Outdoor Thermometer Hygro รุ่น DT-3

3.2.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการศึกษานำมาวิเคราะห์ โดยพิจารณา ดังนี้

1. แยกชนิดและปริมาณของเชื้อราที่พบในอากาศ โดยแสดงผลเป็นค่าเฉลี่ย (ร้อยละ)
2. พิจารณาความสัมพันธ์ของจำนวนเชื้อรากับจำนวนผู้รับบริการ และปัจจัยทางสภาพอากาศ ได้แก่ อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ โดยใช้สถิติ สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson correlation, r) คำนวณโดยใช้โปรแกรม IBM SPSS Statistics version 22

มหาวิทยาลัยศิลปากร

บทที่ 4
ผลการศึกษา วิเคราะห์ข้อมูล และอภิปรายผล

จากการศึกษา การแพร่กระจายของเชื้อราในอากาศภายในห้องปฏิบัติการเทคนิคการแพทย์ โรงพยาบาลนครปฐม จังหวัดนครปฐม ตั้งแต่เดือนสิงหาคม ถึง ตุลาคม 2558 และศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเชื้อราที่พบกับปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมและจำนวนผู้ใช้งานภายในห้องปฏิบัติการจำนวน 5 ห้อง ได้ผลดังนี้

4.1 ปริมาณเชื้อราในอากาศในห้องปฏิบัติการเทคนิคการแพทย์ โรงพยาบาลนครปฐม

จากการศึกษาปริมาณเชื้อราในอากาศในห้องปฏิบัติการเทคนิคการแพทย์ โรงพยาบาลนครปฐม โดยทำการเก็บตัวอย่างภายในห้องปฏิบัติการ จำนวน 5 ห้อง ด้วยวิธี Open plate เก็บตัวอย่างทั้งหมด 5 จุด วันละ 2 ชั่วโมง เป็นระยะเวลา 6 สัปดาห์ ตั้งแต่เดือนสิงหาคม ถึง ตุลาคม 2558 ผลการศึกษาพบว่า ห้องที่มีปริมาณเชื้อราในอากาศมากที่สุด คือ ห้องปฏิบัติการผู้ป่วยนอก พบเชื้อราจำนวน 17.51 cfu/plate/hr รองลงมา ได้แก่ ห้องธนาคารเลือด 10.49 cfu/plate/hr ห้องปฏิบัติการกลาง 7.27 cfu/plate/hr ห้องธุรการ 6.40 cfu/plate/hr และ ห้องจุลชีววิทยาพบปริมาณเชื้อราจำนวนน้อยที่สุด 5.81 cfu/plate/hr ตามลำดับ (ตารางที่ 4.1)

ตารางที่ 4.1 ปริมาณเชื้อราในอากาศภายในห้องปฏิบัติการเทคนิคการแพทย์ โรงพยาบาลนครปฐม

ห้อง	จำนวนเชื้อรา (cfu/plate/hr)
ห้องปฏิบัติการผู้ป่วยนอก	17.51 ± 0.11
ห้องปฏิบัติการกลาง	7.27 ± 0.97
ห้องธนาคารเลือด	10.46 ± 1.87
ห้องจุลชีววิทยา	5.81 ± 1.10
ห้องธุรการ	6.40 ± 0.37

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณเชื้อราที่พบกับเกณฑ์มาตรฐาน การปนเปื้อนเชื้อจุลชีพ ในอากาศ (The index of microbial air contamination, IMA) ซึ่งได้กำหนดไว้ 5 classes พร้อมปรับค่าให้เป็น cfu/plate/hr ไว้ตามตารางที่ 2.5 (Pasquarella et al, 2000) พบว่าปริมาณเชื้อราที่พบในห้องปฏิบัติการเทคนิคการแพทย์ โรงพยาบาลนครปฐมทั้ง 5 ห้อง ตามเกณฑ์มาตรฐาน IMA ข้างต้น พบว่า ส่วนใหญ่จัดอยู่ใน IMA ระดับดี (Good) ยกเว้นห้องจุลชีววิทยาจัดที่อยู่ในระดับดีมา ก (Very good) ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 จำนวนเชื้อราที่พบในห้องปฏิบัติการเทคนิคการแพทย์โรงพยาบาลนครปฐมกับ IMA Class

ห้อง	จำนวนเชื้อรา (cfu/plate/hr)	IMA Class
ห้องปฏิบัติการผู้ป่วยนอก	17.51 ± 0.11	Good
ห้องปฏิบัติการกลาง	7.27 ± 0.97	Good
ห้องธนาคารเลือด	10.46 ± 1.87	Good
ห้องจุลชีววิทยา	5.81 ± 1.10	Very good
ห้องธุรการ	6.40 ± 0.37	Good

นอกจากนี้ Pasquarella et al, (2000) ยังได้เสนอระดับการปนเปื้อนเชื้อจุลชีพในอากาศ สูงสุดที่ยอมรับได้ (Maximum acceptable level of index of microbial air contamination) ในบริเวณต่าง ๆ ของสถานพยาบาลและสถานที่ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการรักษาพยาบาลที่มีความเสี่ยงในการแพร่กระจายเชื้อจุลชีพต่อผู้ปฏิ บัติงานและผู้ใช้บริการ ดังตารางที่ 2.6 ซึ่งจากข้อมูลดังกล่าวจะเห็นว่า ห้องปฏิบัติการเทคนิคการแพทย์ซึ่งจัดอยู่ในกลุ่มที่เสี่ยงปานกลาง (Medium) มีเกณฑ์การปนเปื้อนเชื้อจุลชีพในอากาศ (IMA) สูงสุดที่ยอมรับได้ไม่เกินค่า IMA 50 หมายถึงสามารถพบเชื้อจุลชีพในอากาศไ ด้ไม่เกิน 84 cfu/plate/hr ดังนั้นห้องปฏิบัติการเทคนิคการแพทย์ โรงพยาบาลนครปฐมทั้ง 5 ห้องจึงยังอยู่ในเกณฑ์ยอมรับของ IMA

4.2 การจัดจำแนกชนิดของเชื้อรา

การวิเคราะห์เพื่อจัดจำแนกชนิดของเชื้อรา ที่พบภายในห้องปฏิบัติการทั้งหมด จำนวน 5 ห้อง ทำโดยการศึกษาลักษณะโคโลนี (Macroscopic examination) ของเชื้อราที่เจริญในอาหารเลี้ยงเชื้อที่แยกได้ทุกโคโลนี เพื่อศึกษาสี ผิวหน้า และลักษณะของโคโลนี รวมทั้งการศึกษา

ลักษณะของเชื้อราภายใต้กล้องจุลทรรศน์ จากการศึกษาพบเชื้อราทั้งหมด 7 ชนิด ได้แก่ *Alternaria* sp. (ร้อยละ 45.07) *Penicillium* sp. (ร้อยละ 36.35) *Aspergillus* sp. (ร้อยละ 9.58) *Rhizopus* sp. (ร้อยละ 7.75) *Fusarium* sp. (ร้อยละ 0.77) *Mucor* sp. (ร้อยละ 0.33) และ *Cladosporium* sp. (ร้อยละ 0.15) ตามลำดับ (ตารางที่ 4.3)

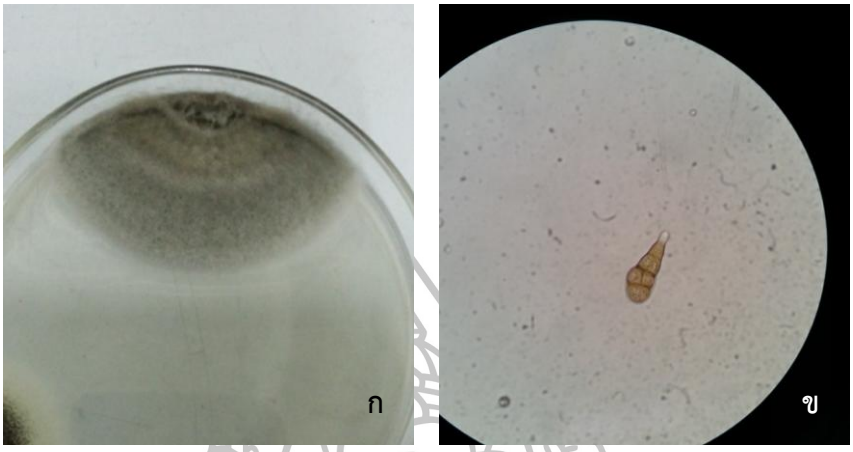
ตารางที่ 4.3 ปริมาณเฉลี่ยชนิดของเชื้อราที่พบใน ห้องปฏิบัติการเทคนิคการแพทย์ จำนวน 5 ห้อง ของโรงพยาบาลนครปฐม

ชนิดเชื้อรา	จำนวนเชื้อรา (cfu/plate/hr)	ร้อยละ
1. *Alternaria* sp.	2.14 ± 1.26	45.07
2. *Penicillium* sp.	1.72 ± 0.91	36.35
3. *Aspergillus* sp.	0.45 ± 0.31	9.58
4. *Rhizopus* sp.	0.37 ± 0.16	7.75
5. *Fusarium* sp.	0.04 ± 0.008	0.77
6. *Mucor* sp.	0.02 ± 0.004	0.33
7. *Cladosporium* sp.	0.01 ± 0.006	0.15
8. Other	0.00	0.00

ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อราทั้งหมดที่พบมีดังนี้

4.2.1 *Alternaria* sp.

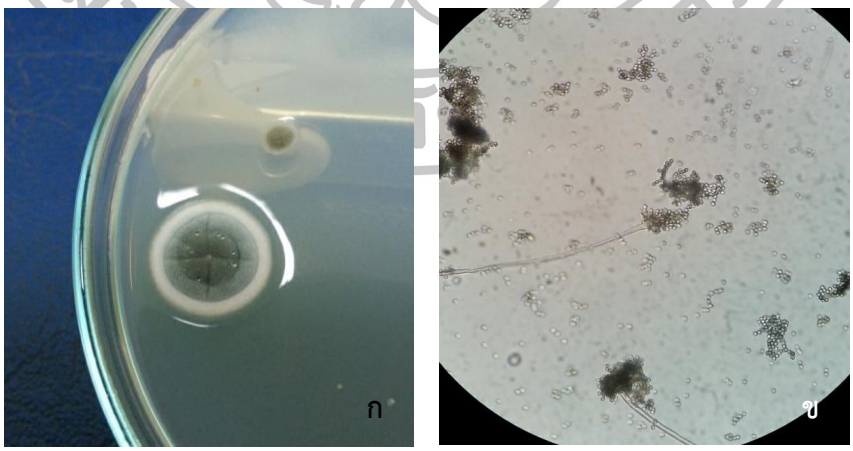
ผลการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อรา *Alternaria* sp. พบว่า โคโลนีของเชื้อราบนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA เส้นใยมีสีเทาเข้ม ถึงดำ เรียบและละเอียด ด้านหลังโคโลนีมีสีน้ำตาลดำ เนื่องจากมีการผลิตเม็ดสี โครงสร้างภายใต้กล้องจุลทรรศน์ของเชื้อรา ลักษณะของเส้นใย สีน้ำตาล มีผนังกั้น Conidiophore มีผนังกั้น Conidia มีสีน้ำตาล มีผนังกั้นทั้งตามยาวและขวาง แบ่งเป็นเซลล์ย่อย ๆ หลายเซลล์ (รูปที่ 4.1)



รูปที่ 4.1 *Alternaria* sp. (ก) ลักษณะโคโลนีบนอาหารเลี้ยงเชื้อ (ข) โครงสร้างภายใต้กล้องจุลทรรศน์

4.2.2 *Penicillium* sp.

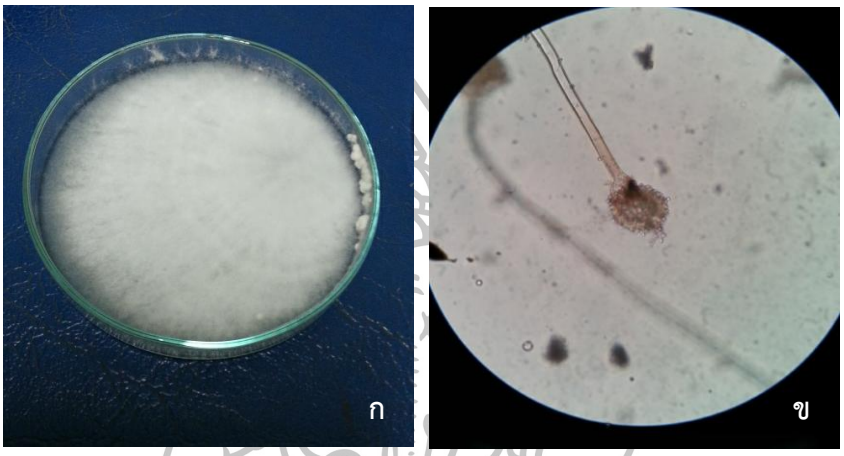
ผลการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อรา *Penicillium* sp. พบว่า โคโลนีของเชื้อราบนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA โคโลนีมีสีเขียวอมน้ำเงิน หรือเทา เส้นใยฝังอยู่ในอาหารเลี้ยงเชื้อ มีเฉพาะ Conidiophore เกิดขึ้นอย่างหนาแน่น ทำให้ผิวหน้าโคโลนีมีลักษณะคล้ายกำมะหยี่ โครงสร้างภายใต้กล้องจุลทรรศน์ของเชื้อรา พบ Conidiophore เป็นแบบแตกกิ่งก้านเป็น 1-3 ชั้น phialide มีลักษณะเป็นลูกชมพู่ ตรงปลาย Conidia รูปร่างกลมต่อกันเป็นโซ่ยาว (รูปที่ 4.2)



รูปที่ 4.2 *Penicillium* sp. (ก) ลักษณะโคโลนีบนอาหารเลี้ยงเชื้อ (ข) โครงสร้างภายใต้กล้องจุลทรรศน์

4.2.3 *Aspergillus* sp.

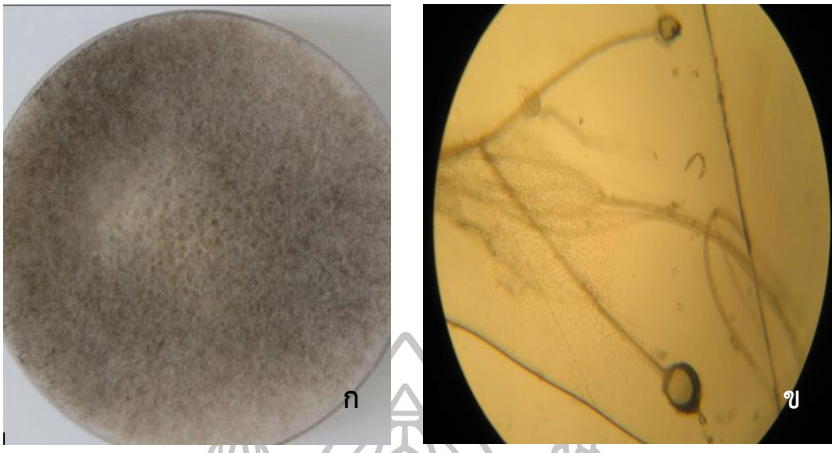
ผลการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อรา *Aspergillus* sp. พบว่า โคโลนีของเชื้อราบนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA มีสีขาว สีเหลือง สีน้ำ ตาลอมเหลือง สีน้ำตาลจนถึงสีดำ หรือบางชนิดมีสีเขียว เส้นใยละเอียด โครงสร้างภายใ ต้กล้องจุลทรรศน์ของเชื้อรา เป็นเส้นใยแตกแขนง ไม่มีผนังกั้น และไม่มีสี บริเวณปลายก้านชู Conidia จะเจริญโป่งออกเป็น Vesicle (รูปที่ 4.3)



รูปที่ 4.3 *Aspergillus* sp. (ก) ลักษณะโคโลนีบนอาหารเลี้ยงเชื้อ (ข) โครงสร้างภายใต้กล้องจุลทรรศน์

4.2.4 *Rhizopus sp.*

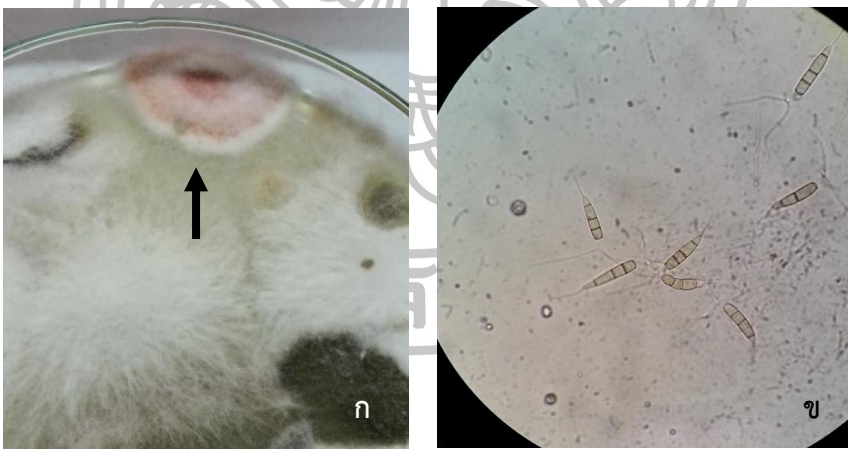
ผลการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อรา *Rhizopus* sp. พบว่า โคโลนีของเชื้อราบนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA มีลักษณะเป็นเส้นใยสีขาว มีตุ่มเล็ก ๆ สีดำอยู่บนปลายเส้นใยที่ตั้งขึ้นมา โครงสร้างภายใต้กล้องจุลทรรศน์ของเชื้อรา ที่ปลายเส้นใยมี Sporangiospore ซึ่งรวมกันอยู่ใน Sponrangium ที่มีรูปร่างกลม ส่วนที่ฐานของเส้นใยมี Rhizoid และ Stolon (รูปที่ 4.4)



รูปที่ 4.4 *Rhizopus* sp. (ก) ลักษณะโคโลนีบนอาหารเลี้ยงเชื้อ (ข) โครงสร้างภายใต้กล้องจุลทรรศน์

4.2.5 *Fusarium* sp.

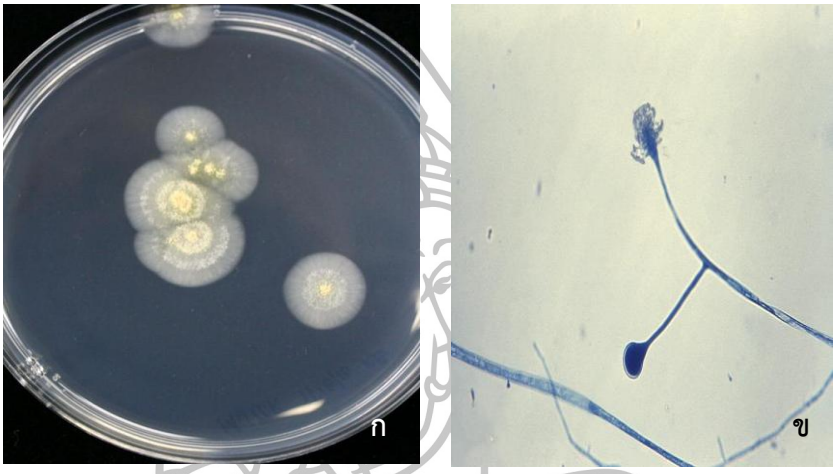
ผลการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อรา *Fusarium* sp. พบว่า โคโลนีของเชื้อราบนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA เส้นใยฟู ละเอียด สีขาวนวลจนถึงชมพูเข้ม เจริญอย่างรวดเร็ว โครงสร้างภายใต้กล้องจุลทรรศน์ของเชื้อรา พบ Macroconidia รูปร่างคล้ายเคียว ใส ไม่มีสี มีผนังกั้น 3–5 อัน (รูปที่ 4.5)



รูปที่ 4.5 *Fusarium* sp. (ก) ลักษณะโคโลนีบนอาหารเลี้ยงเชื้อ (ข) โครงสร้างภายใต้กล้องจุลทรรศน์

4.2.6 *Mucor* sp.

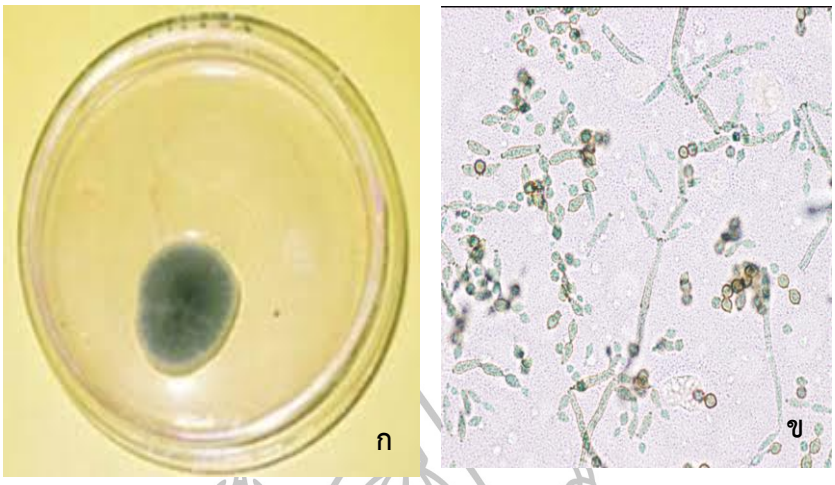
ผลการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อรา *Mucor* sp. พบว่า โคโลนีมีสีเทาและมีเส้นใยยาวบางครั้งม้วนเข้าหาศูนย์กลางสีขาวออกเหลืองจนถึงสีน้ำตาลเทา โครงสร้างภายใต้กล้องจุลทรรศน์ของเชื้อรา เป็นเส้นใย สีขาวถึงเทา ส่วนปลายของเส้นใยมี Columella ทรงกลมหรือทรงกระบอกเป็นฐานของ Sporangium เชื้อรานี้ไม่มี Rhizoid และ Stolon (รูปที่ 4.6)



รูปที่ 4.6 *Mucor* sp. (ก) ลักษณะโคโลนีบนอาหารเลี้ยงเชื้อ (ข) โครงสร้างภายใต้กล้องจุลทรรศน์

4.2.7 *Cladosporium* sp.

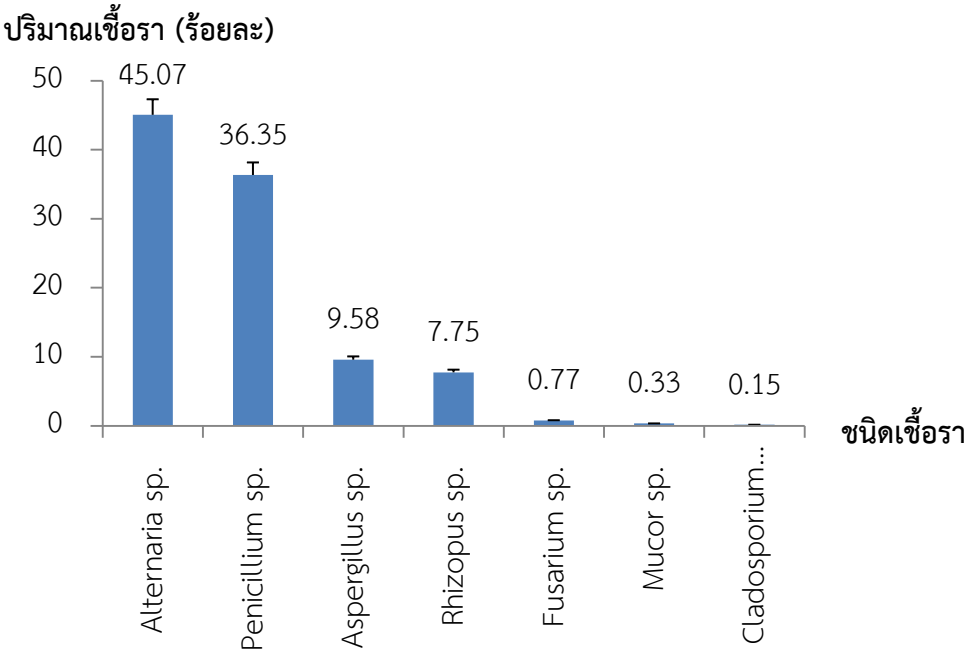
ผลการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเชื้อรา *Cladosporium* sp. พบว่า โคโลนีมีสีเขียวเข้ม น้ำตาลถึงดำ ผิวหน้าคล้ายกำมะหยี่ โครงสร้างภายใต้กล้องจุลทรรศน์ของเชื้อราเป็นเส้นใยที่แตกกิ่งก้านและสร้างสปอร์รูปไข่ต่อเรียงกันเป็นสายโซ่ (รูปที่ 4.7)



รูปที่ 4.7 *Cladosporium* sp. (ก) ลักษณะโคโลนีบนอาหารเลี้ยงเชื้อ (ข) โครงสร้างภายใต้กล้องจุลทรรศน์

ในบรรดาเชื้อราทั้งหมดที่พบ เชื้อราชนิดเด่นที่พบมากที่สุด 3 ชนิด ได้แก่ *Alternaria* sp. (ร้อยละ 45.07) *Penicillium* sp., (ร้อยละ 36.35) และ *Aspergillus* sp. (ร้อยละ 9.58) (รูปที่ 4.8) เชื้อราสองชนิดแรกเป็นเชื้อราในกลุ่มที่ก่อโรคและสามารถตรวจพบได้ในผู้ป่วยโรคทางเดินหายใจหลายชนิด สำหรับ *Aspergillus* sp. เป็นเชื้อราที่สามารถตรวจพบได้ทั่วไปทุกแห่ง โดยเฉพาะบริเวณที่อากาศค่อนข้างร้อน และอับชื้น ภายในห้องมุมอับที่แสงแดดส่องไม่ถึง อีกทั้งยังเป็นเชื้อประจำถิ่น (Normal flora) ที่สามารถพบได้ตามผิวหนังของบุคคลทั่วไป

เชื้อราทั้งสามชนิดนี้มีรายงานว่าพบเป็นชนิดเด่น ในสถานที่อื่น ๆ นอกโรงพยาบาลด้วยเช่นกัน เช่น ผลการตรวจวัดอากาศภายในอาคารภายในมหาวิทยาลัย Poznan ซึ่งศึกษาโดย Bugajny et al. (2005) ก็พบเชื้อรา *Alternaria* sp. เป็นชนิดเด่นที่มีการแพร่กระจายในอากาศเช่นกัน นอกจากนี้การศึกษาของ จักรพงษ์ และคณะ (2557) ก็พบว่าเชื้อรา *Penicillium* sp. และ *Aspergillus* sp. เป็นเชื้อราที่พบมากที่สุด ในอากาศ ภายใน ห้องปฏิบัติการ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยพายัพ สำหรับการศึกษาในโรงพยาบาลก็มีรายงานของ Azimi et al (2013) ซึ่งสำรวจห้องต่าง ๆ ในโรงพยาบาล Shariati ในเมือง Tehran อิหร่าน ก็พบว่ามีการปนเปื้อนด้วยเชื้อรา *Penicillium* (ร้อยละ 70) *Aspergillus* (ร้อยละ 14) *Cladosporium* (ร้อยละ 12) *Alternaria* (ร้อยละ 2) อื่น ๆ อีกร้อยละ 2



รูปที่ 4.8 ชนิดของเชื้อราและปริมาณเฉลี่ย (ร้อยละ) ที่พบในห้องปฏิบัติการเทคนิคการแพทย์ทั้ง 5 ห้องของโรงพยาบาลนครปฐม

4.3 ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนเชื้อรากับปัจจัยสภาพแวดล้อม

4.3.1 ปัจจัยสภาพแวดล้อม

สภาพแวดล้อมในห้องปฏิบัติการเทคนิคการแพทย์ โรงพยาบาลนครปฐม ที่ศึกษาความสัมพันธ์กับจำนวนเชื้อราที่พบ ได้แก่

1. อุณหภูมิ

อุณหภูมิอากาศภายในห้องปฏิบัติการ จำนวน 5 ห้อง มีค่าเฉลี่ยดังตารางที่ 4.4 โดยพบว่าห้องปฏิบัติการผู้ป่วยนอก มีค่าเฉลี่ยอุณหภูมิสูงสุด คือ 25.1 องศาเซลเซียส รองลงมา ได้แก่ ห้องธนาคารเลือด 24.7 องศาเซลเซียส ห้องปฏิบัติการกลาง 23.8 องศาเซลเซียส ห้องจุลชีววิทยา 22.9 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ส่วนห้องธุรการ มีค่าเฉลี่ยอุณหภูมิต่ำสุด คือ 22.2 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 4.4 เปรียบเทียบปริมาณเชื้อรากับปัจจัยด้านอุณหภูมิภายในห้องปฏิบัติการทั้งหมด จำนวน 5 ห้อง

ห้อง	จำนวนเชื้อรา (cfu/plate/hr)	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)
ห้องปฏิบัติการผู้ป่วยนอก	17.51 ± 0.11	25.1
ห้องปฏิบัติการกลาง	7.27 ± 0.97	23.8
ห้องธนาคารเลือด	10.46 ± 1.87	24.7
ห้องจุลชีววิทยา	5.81 ± 1.10	22.9
ห้องธุรการ	6.40 ± 0.37	22.2

2. ความชื้นสัมพัทธ์

ความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องปฏิบัติการแต่ละห้อง จำนวนทั้งหมด 5 ห้อง ค่าเฉลี่ยดังตารางที่ 4.5 โดยพบว่า ห้องปฏิบัติการผู้ป่วยนอก มีความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยต่ำสุด คือ ร้อยละ 52.8 ในขณะที่ห้องจุลชีววิทยา ที่มีความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยสูงสุด คือร้อยละ 60.1

ตารางที่ 4.5 เปรียบเทียบปริมาณเชื้อรากับปัจจัยด้านความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องปฏิบัติการทั้งหมด จำนวน 5 ห้อง

ห้อง	จำนวนเชื้อรา (cfu/plate/hr)	ความชื้นสัมพัทธ์ (ร้อยละ)
ห้องปฏิบัติการผู้ป่วยนอก	17.51 ± 0.11	52.8
ห้องปฏิบัติการกลาง	7.27 ± 0.97	57.5
ห้องธนาคารเลือด	10.46 ± 1.87	54.1
ห้องจุลชีววิทยา	5.81 ± 1.10	60.1
ห้องธุรการ	6.40 ± 0.37	53.6

3. จำนวนผู้ใช้งาน

ค่าเฉลี่ยของจำนวนผู้ใช้งานห้องปฏิบัติการแต่ละห้อง แสดงในตารางที่ 4.6 จะเห็นได้ว่าห้องปฏิบัติการผู้ป่วยนอก มีจำนวนผู้ใช้งานโดยเฉลี่ยสูงสุด คือ 370 คน ในจำนวนผู้ใช้งานทั้งหมดนี้ ส่วนใหญ่เป็นผู้ป่วยที่มีการติดเชื้อต่าง ๆ เข้ามาใช้บริการเป็นจำนวนมาก รวมทั้งเจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงาน และบุคคลภายนอกสามารถผ่านเข้าออกภายในห้องตลอดเวลา ทำให้ควบคุมความสะอาดได้ยากและมีโอกาสในการแพร่กระจายของเชื้อได้มากกว่าห้อง อื่น ๆ ในขณะที่ห้องจุลชีววิทยา รวมทั้งห้องธุรการ มีจำนวนผู้ใช้งานโดยเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ 5 และ 6 คน ตามลำดับ ทั้งนี้ยังเป็นห้องที่มีการควบคุมความสะอาดเป็นอย่างดี และไม่มีผู้ป่วยเข้ามาใช้บริการ

ตารางที่ 4.6 เปรียบเทียบปริมาณเชื้อรากับปัจจัยด้านจำนวนผู้ใช้งานภายในห้องปฏิบัติการทั้งหมด จำนวน 5 ห้อง

ห้อง	จำนวนเชื้อรา (cfu/plate/hr)	จำนวนผู้ใช้งาน (คน)
ห้องปฏิบัติการผู้ป่วยนอก	17.51 ± 0.11	370
ห้องปฏิบัติการกลาง	7.27 ± 0.97	12
ห้องธนาคารเลือด	10.46 ± 1.87	43
ห้องจุลชีววิทยา	5.81 ± 1.10	5
ห้องธุรการ	6.40 ± 0.37	6

4.3.2 ความสัมพันธ์ทางสถิติของปัจจัยแวดล้อมกับปริมาณเชื้อราที่พบในห้องปฏิบัติการเทคนิคการแพทย์ โรงพยาบาลนครปฐม

ข้อมูลปริมาณเชื้อราในอากาศและปัจจัยสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันในแต่ละห้อง ได้นำมาหาความสัมพันธ์ระหว่างกันโดยการวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิความสัมพันธ์เพียร์สัน (Pearson correlation coefficient; r) และแสดงผลที่ได้ไว้ในตารางที่ 4.7 หลังจากนั้นได้นำค่าในตารางมาเทียบกับเกณฑ์ในการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิความสัมพันธ์ ซึ่งมีดังนี้ (วิรัช, 2535)

- ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ เท่ากับ 1 คือ มีความสัมพันธ์ในระดับสูงที่สุด
- ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ อยู่ระหว่าง 0.90-0.99 คือ มีความสัมพันธ์ในระดับสูงมาก
- ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ อยู่ระหว่าง 0.89-0.70 คือ มีความสัมพันธ์ในระดับสูง

- ค่าสัมประสิ ทธิ์ความสัมพันธ์ อยู่ระหว่าง 0.69-0.30 คือ มีความสัมพันธ์ในระดับปานกลาง
- ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ อยู่ระหว่าง 0.29-0.01 คือ มีความสัมพันธ์ในระดับต่ำ
- ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ เท่ากับ 0 คือ ไม่มีความสัมพันธ์

ตารางที่ 4.7 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สันความสัมพันธ์ระหว่างเชื้อรากับปัจจัยในการใช้งานพื้นที่ห้องทำงาน

		ปริมาณเชื้อรา	อุณหภูมิ	ความชื้นสัมพัทธ์	จำนวนผู้ใช้งาน
ปริมาณเชื้อรา	ค่าสัมประสิทธิความสัมพันธ์เพียร์สัน; r	1	.637**	-.543**	.892**
	Sig. (2-tailed)		.000	.000	.000
	N	150	150	150	150
**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).					

เมื่อวิเคราะห์ข้อมูล หาความสัมพันธ์ โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์เพียร์สัน พบว่าปริมาณเชื้อรามีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิอากาศแบบแปรตามกัน ในระดับปานกลาง (r = 0.637) ความชื้นสัมพัทธ์มีความสัมพันธ์กับปริมาณเชื้อราที่พบในระปานกลางเช่นกัน แต่ในรูปแบบแปรผกผันกัน (r = - 0.543) ส่วนจำนวนผู้ใช้งานห้องปฏิบัติการมีความสัมพันธ์แบบแปรตามกันกับปริมาณเชื้อราในระดับสูง (r = 0.892)

ผลการทดสอบทางสถิตินี้ชี้ให้เห็นว่า จำนวนผู้ใช้งานมีความสัมพันธ์ตามปริมาณเชื้อราที่พบมากที่สุด ซึ่งห้องปฏิบัติการผู้ป่วยนอกมีจำนวนมีผู้ใช้งานมากที่สุด เฉลี่ยวันละ 370 คน พบปริมาณเชื้อราเฉลี่ยมากที่สุด 17.51 cfu/plate/hr นอกจากนี้ลักษณะของห้องปฏิบัติการผู้ป่วยนอกเป็นห้องแบบปิด ทำให้อากาศเทถ่ายไม่สะดวก ที่สำคัญยังเป็นจุดรับผู้ป่วยที่มีอาการติดเชื้อต่าง ๆ และบุคคลที่เกี่ยวข้องเข้ามาใช้บริการจำนวนมากเมื่อเทียบกับห้องอื่น ๆ ส่วนห้องที่พบปริมาณเชื้อรองลงมา ได้แก่ ห้องธนาคารเลือด ห้องปฏิบัติการกลาง ห้องธุรการ และห้องจุลชีววิทยา จะพบเชื้อราลดลงตามความสัมพันธ์กับจำนวนผู้ใช้งานและกิจกรรมภายในห้องนั้น ๆ โดยห้องธุรการเป็นห้องที่มีการจัดการเรื่องความสะอาด และไม่มีผู้ป่วยเข้ามาใช้บริการ รวมทั้งมีจำนวนผู้ใช้งานน้อย เฉลี่ยวันละ 6 คน ส่วนห้องจุลชีววิทยา เป็นห้องที่พบปริมาณเชื้อราน้อยที่สุด เนื่องจาก

เป็นห้องที่มีการควบคุมความสะอาดและการปนเปื้อน โดยมีกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยรังสีอัลตราไวโอเลต เป็นประจำทุกวัน รวมทั้งเป็นห้องปลอดเชื้อที่ห้ามบุคคลภายนอกผ่านเข้าออก และมีจำนวนผู้ใช้งานน้อยที่สุด เฉลี่ยวันละ 5 คน ส่วนความชื้นสัมพัทธ์ที่วิเคราะห์ได้แทบจะไม่มีความสัมพันธ์กับจำนวนเชื้อราที่พบ เนื่องจากในห้องที่ทำการเก็บข้อมูลมีความชื้นสัมพัทธ์อยู่ในช่วงที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของเชื้อราทั้งสิ้น

ผลสรุปที่ได้นี้สอดคล้องกับงานวิจัยที่ผ่านมา เช่น Nandanlal (2007) พบว่า การแพร่กระจายและ ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศภายในอาคารของโรงพยาบาลเมืองมันดะ ประเทศอินเดีย จะเพิ่มสูงขึ้นเมื่อมีจำนวนผู้เข้ารับบริการจำนวนมากขึ้น นอกจากนี้ปัจจัยด้านอุณหภูมิมีความสอดคล้องกับปริมาณเชื้อราที่พบในแต่ละห้อง ในลักษณะแปรผันตาม คือ เชื้อราสา มารถเจริญเติบโตได้ดีในห้องที่มีอุณหภูมิสูง และจะมีปริมาณลดน้อยลงเมื่ออุณหภูมิลดต่ำลง โดยอุณหภูมิภายในห้องปฏิบัติการทั้ง 5 ห้อง อยู่ในช่วงที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเชื้อรากลุ่ม Mesophile ซึ่งเป็นเชื้อรากลุ่มที่ใหญ่ที่สุด โดยอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเชื้อราในกลุ่มนี้จะอยู่ในช่วง 15-30 องศาเซลเซียส การทดลองของ Ekhaise et al. (2008) ก็พบว่าในบริเวณที่มีอุณหภูมิสูงจะพบปริมาณเชื้อจุลินทรีย์มากกว่าในบริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำเช่นกัน

4.4 แนวทางในการควบคุมและลดปริมาณเชื้อราในอากาศของห้องปฏิบัติการเทคนิคการแพทย์ โรงพยาบาลนครปฐม

จากผลการทดลองปริมาณเชื้อราที่พบภายในห้องปฏิบัติการเทคนิคการแพทย์ ทั้งหมดจำนวน 5 ห้อง พบว่า ห้องปฏิบัติการผู้ป่วยนอก ตรวจพบปริมาณเชื้อรามากที่สุด เนื่องจากเป็นห้องที่มีผู้ใช้งานมากที่สุด มีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำสุด และมีอุณหภูมิของห้องสูงสุด รวมทั้งเป็นจุดรับผู้ป่วยที่มีอาการติดเชื้อต่าง ๆ ซึ่งเป็นกลุ่มที่มีภูมิต้านทานต่อเชื้อโรคต่ำ จึงมีโอกาสรับเชื้อได้ง่ายหรือแพร่กระจายเชื้อสู่ภายนอกได้ ดังนั้นเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้อง ควรให้ความสำคัญด้านการดูแลรักษาความสะอาด การระบายอากาศ และอุณหภูมิภายในห้องดังกล่าวให้เหมาะสม ตามแนวทางปฏิบัติดังนี้

1. ควบคุมอุณหภูมิภายในห้องปฏิบัติการไม่ให้เกิน 25 องศาเซลเซียส
2. ลดการใช้วัสดุหรืออุปกรณ์ต่างๆ ภายในห้องที่เป็นแหล่งอาหารและที่อยู่อาศัยของเชื้อรา เช่น ผ้าเปียก กระดาษ พรม ฯลฯ
3. ลดพื้นที่เปียกชื้น เช่น ฝ้า ผนัง หน้าต่าง และท่อน้ำ เป็นต้น
4. ตรวจสอบและปรับปรุงระบบหมุนเวียนอากาศ ระบบระบายอากาศในห้องต่างๆ
5. ติดตั้งแผงกรองอากาศในห้องที่มีปริมาณเชื้อราสูง เพื่อกรองสปอร์ และลดการแพร่กระจายของเชื้อราในอากาศ

6. การควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องปฏิบัติการไม่ให้เกิน 60 เปอร์เซ็นต์ เพื่อป้องกันการเจริญเติบโตและการขยายพันธุ์ของเชื้อรา

บทที่ 5
สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาปริมาณเชื้อราในอากาศในห้องปฏิบัติการเทคนิคการแพทย์ โรงพยาบาลนครปฐม โดยทำการเก็บตัวอย่างภายในห้องปฏิบัติการ จำนวน 5 ห้อง ด้วยวิธี Open plate เก็บตัวอย่างทั้งหมด 5 จุด วันละ 2 ชั่วโมง เป็นระยะเวลา 3 เดือน ตั้งแต่เดือนสิงหาคม 2558 ถึง ตุลาคม 2558 ผลการศึกษาพบว่า

1. ห้องที่มีปริมาณเชื้อราในอากาศมากที่สุด คือ ห้องปฏิบัติการผู้ป่วยนอก พบเชื้อรา จำนวน 17.51 cfu/plate/hr รองลงมาคือ ห้องธนาคารเลือด 10.49 cfu/plate/hr ห้องปฏิบัติการกลาง 7.27 cfu/plate/hr ห้องธุรการ 6.40 cfu/plate/hr และ ห้องจุลชีววิทยา พบปริมาณเชื้อรา จำนวนน้อยที่สุด 5.81 cfu/plate/hr ตามลำดับ

2. เมื่อนำผลการทดลองที่ได้ มาหาความสัมพันธ์กับปัจจัยแวดล้อม สรุปได้ว่า จำนวนผู้ใช้งานและอุณหภูมิ มีความสัมพันธ์แบบแปรผันตามกับปริมาณเชื้อราที่พบ ส่วนความชื้นสัมพัทธ์เทบจะไม่มีความสัมพันธ์กับปริมาณเชื้อราที่พบ สาเหตุที่จำนวนผู้ใช้บริการมีผลต่อการแพร่กระจายของเชื้อรามากที่สุด (r = 0.892) คาดว่าเนื่องจากผู้ใช้งานส่วนใหญ่เป็นผู้ป่วยที่มีเชื้อโรคอยู่ในตัว โดยเฉพาะห้องปฏิบัติการผู้ป่วยนอก ดังนั้นเมื่อผู้ป่วยจำนวนมากมารับบริการที่ห้องปฏิบัติการที่เป็นห้องแบบปิดอากาศเทถ่ายไม่สะดวก จึงเกิดการแพร่กระจายของเชื้อราได้ง่ายและสะสมอยู่ภายในห้อง ซึ่งปริมาณเชื้อราเฉลี่ยที่พบมากที่สุดคือ 17.51 cfu/plate/hr ส่วนความชื้นสัมพัทธ์ที่วัดได้ในงานวิจัยครั้งนี้อยู่ในช่วงร้อยละ 50-60 เป็นช่วงที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของเชื้อราอยู่แล้วโดยเชื้อราที่พบเป็นเชื้อราไม่ก่อโรค ได้แก่ *Alternaria* sp. (ร้อยละ 45.07) *Penicillium* sp. (ร้อยละ 36.35) *Aspergillus* sp. (ร้อยละ 9.58) *Rhizopus* sp. (ร้อยละ 7.75) *Fusarium* sp. (ร้อยละ 0.77) และ *Mucor* sp. (ร้อยละ 0.33) ส่วน *Cladosporium* sp. (ร้อยละ 0.15) เป็นเชื้อราฉวยโอกาส เชื้อเหล่านี้เป็นเชื้อที่พบได้ตามธรรมชาติ จะก่อโรคในคนที่มีภูมิต้านทานต่ำ ร่างกายอ่อนแอ ซึ่งการก่อโรคและความรุนแรงของโรคขึ้นอยู่กับชนิดของเชื้อ ระดับภูมิต้านทานของร่างกาย และวิธีการรับเชื้อ

ข้อเสนอแนะ

1. การศึกษาต่อไปควรศึกษาการแพร่กระจายของเชื้อราทั้งโรงพยาบาล โดยเฉพาะโรงพยาบาลขนาดใหญ่ ที่มีผู้รับการรักษา และผู้ปฏิบัติงานจำนวนมาก

2. ศึกษาอัตราการเพิ่มขึ้นของเชื้อราก่อโรค เนื่องจากเชื้อราจำพวกนี้ สามารถทำให้เกิดโรคที่รุนแรงในผู้ป่วยภูมิคุ้มกันบกพร่องและก่อให้เกิดโรคในคนปกติได้ด้วย

รายการอ้างอิง

กฤษณียา ศังขจันทรานนท์, “ชนิดและปริมาณของเชื้อแบคทีเรีย และเชื้อราที่ก่อโรคในโรงพยาบาล และการเปรียบเทียบการทำงาน ของเครื่องมือเก็บตัวอย่างจุลินทรีย์ในอากาศ ” วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาอนามัยสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2548.

กิจจา จิตรภิรมย์, “การแยกและการประเมินความเสี่ยงทางสุขภาพของการสัมผัสเชื้อราจากอากาศในสถานบริการสปา,” **วารสารก้าวหน้าทันโลกวิทยาศาสตร์** 11, 2 (2554): 45-52.

_____, “การประเมินการปนเปื้อนเชื้อราในอากาศภายในสถานบริการสปาในกรุงเทพมหานคร,” **วารสารสาธารณสุขมหาวิทยาลัยบูรพา** 7, 2 (2555): 1-11.

กิจจา จิตรภิรมย์, ปธานิน แสงอรุณ และวรันธร คำพิลา “การปนเปื้อนเชื้อรา และการควบคุมเชื้อราในอากาศภายในสถานบริการสปา,” **วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา** 18,1 (2556): 5-14.

จริยา แสงสัจจา และทรงยศ ภารดี, **คู่มือการปรับปรุงคุณภาพ อากาศภายในอาคารสถานพยาบาล** , กรุงเทพ ฯ : โรงพิมพ์สำนักงานพระพุทธศาสนาแห่งชาติ, 2550.

จักรพงษ์ กางโสภา, บุญมี ศิริ และอนันต์ วงเจริญ, “ผลของการพอกเมล็ดร่วมกับสารเคมีป้องกันเชื้อราต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ยาสูบเวอร์จิเนีย ” (การประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา ครั้งที่ 15 ณ วิทยาลัยการปกครองท้องถิ่น มหาวิทยาลัยขอนแก่น , 2557), 594-602.

ณัติฐพงศ์ เด่นจักรวาล , “การกระจายของฝุ่นและเชื้ อราบริเวณโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ ” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2548.

นงนุช อ่ำสะอาด, “การจำแนกชนิด และศึกษาลักษณะทางสัณฐาน วิทยาของจุลินทรีย์จากกระเพาะแพะ” วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาคเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2550.

นงลักษณ์ สุวรรณพินิจ และปรีชา สุวรรณพินิจ , **จุลชีววิทยาทั่วไป** , พิมพ์ครั้งที่ 5, กรุงเทพ ฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2547.

นิวัฒน์ เสนาะเมือง, **เรื่องน่ารู้เกี่ยวกับรา**, ขอนแก่น: พระธรรมขันต์. 2543.

บัญญัติ สุขศรีงาม , **จุลชีววิทยาสำหรับพยาบาลศาสตร์และสาธารณสุขศาสตร์** , กรุงเทพ ฯ : สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, 2537.

ปุญญานิช บริเวธานันท์ , “ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของฝุ่นละอองและเชื้อราในอากาศของโรงพยาบาลในเขตปริมณฑล ” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2549.

พรพรรณ ภูมิรัตน์, วิทวัส ตันหยง และนัฏฐเนศวร์ ลับเลิศลบ , “เชื้อราทางการแพทย์ ,” **Journal of Medicine and Health Sciences** 20, 2 (2555): 31-44.

พินิจ กล่ำคลอง ตัน, “การแพร่กระจายเชื้อ *Pseudomonas aeruginosa* ในสถานพยาบาล : กรณีศึกษาโรงพยาบาลนภาลัย จังหวัดสมุทรสงคราม ” วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2553.

ยุทธนา สุดเจริญ , “การแยกเชื้อจุลชีพที่ก่ อโรคติดเชื้อในโรงพยาบาลจากผู้ป่วยโรคมะเร็ง ” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา, 2554.

วิรัช วรรณรัตน์ , **วิธีการทางสถิติสำหรับการวิจัย** , กรุงเทพฯ : สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2535.

วุฒิไกร กันทะสอน, “การศึกษาคุณภาพอากาศภายใน กรณีศึกษา: โรงพยาบาลพญาไทศรีราชา ” การค้นคว้าอิสระปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารทรัพยากรอาคาร บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีปทุม, 2551.

ศิริพร ศรีเทวิณ และ กาญจนา นาถะพินธุ , “การปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ในบรรยากาศ ในโรงพยาบาลขนาดที่แตกต่างกัน,” **วารสารวิจัย มข**. 12 (2555): 92-101.

ศิริลักษณ วงษวิจิตสุ , “อันตรายและการควบคุมจุลินทรีย์ในอากาศภายในโรงงานอุตสาหกรรม ,” **วารสาร มฉก.วิชาการ**. 13 (2553: 65-80.

สิริพงศ์ อินทรามะ, **Mycology เบื้องต้น**, กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2508.

สุทธิพร แสนเรือง , “การสำรวจราในอากาศที่เกี่ยวข้องกับอาการแพ้ ” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาพฤษศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2539.

สุพจน์ เตชะอำนวยวิทย์, “การแก้ปัญหาเชื้อราในระบบปรับอากาศ ,” **สมาคมวิศวกรรมปรับอากาศแห่งประเทศไทย** 16, 2 (2553): 64-81.

สุวัฒน์ ดำนิล, “การสำรวจระดับความเข้มข้นและการจำแนกชนิดของ แบคทีเรียและเชื้อราในอากาศภายในอากาศภายใน อาคารของโรงพยาบาลศิริราช ” วิทยานิพนธ์วิ ทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชา สุขศาสตร์อุตสาหกรรมและความปลอดภัย บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล, 2552.

อรวรรณ พวงมาลา , “ประสิทธิภาพของจุลินทรีย์ในกระเพาะกระบือต่อการสร้างเอนไซม์ ” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์และประมง บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2553.

Azimi F. et al, “Fungal air quality in hospital rooms: a case study in Tehran, Iran,” **Journal of Environmental Health Sciences & Engineering** 11, 30 (2013)

Beguin H. and Nolard N., “Mould biodiversity in home Air and surface analysis of 130 dwellings,” **Aerobiologia** 10, 2 (1994): 157-166.

Bugajny A., et al, “On the microbiological quality of the outdoor air in Poznan,” **Pol.J.Environ. Stud** 14 (2005): 287–293.

Deacon J, **Fungal Biology**, 3rd ed. New Jersey: Wiley-Blackwell, 2003.

Ekhaise, F.O., Ighosewe, and Ajakpovi, “Hospital Indoor Airborne Microflora in Private and Government Owned Hospital in Benin City Nigeria,” **World Journal of Medical Science** 3, 1 (2008): 19-23.

Isenberg H. D., **Clinical Microbiology Procedures Handbook**, 3rd ed. New York: New Hyde Park, 2003.

Monireh, M.A., et al, “Alternaria in patients with allergic rhinitis,” **Iranian Journal of Allergy, Asthma and Immunology** 10, 3 (2010): 221-226.

Nandanlal, P. et al, “Prevalance of *Staphylococcus aureus* and *Pseudomonas aeruginosa* in indoor air flora of a district hospital, Mandya, Karnataka,” **Journal of Environment Biology** 5, 11 (2007): 197-200.

Nunes Z. G. et al, “Indoor air microbiological evaluation of offices hospital industries and shopping centers Brasil,” **Aerosol Science and Technology** 3, 37 (2003): 899-906.

Pasquarella C, Pitzurra O and Savino A, “The index of microbial air contamination,” **Journal of Hospital Infection** 46 (2000): 241-56.

Ross KL, Davis CN, and Fridovich-Kell JL, “Differential roles of the Leloir pathway enzymes and metabolites in defining galactose sensitivity in yeast,” **Molecular Genetics and Metabolism** 83, 1 (2004): 103-116.

Sautour M. et al, “Profiles and seasonal distribution of airborne fungi in indoor and outdoor environments at a French hospital,” **Science of the Total Environment** 407, 12 (2009): 3766-3771.

Schleibinger H., Keller R, and Ruden H. “Indoor Air Pollution by Microorganisms and Their Metabolites” **Earth and Environmental Science Institute of Hygiene and Environmental Medicine Germany** 41 (2004): 615-630.

The Government of the Hong Kong Special Administrative Region Indoor Air Quality Management Group, **Guidance Notes for the Management of Indoor Air Quality in Offices and Public Places** (Hong Kong: the Government Logistics Department, 2003), 67.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ตารางที่ ก.1 บันทึกปริมาณเชื้อราและปัจจัยที่เกี่ยวข้องห้องปฏิบัติการผู้ป่วยนอก

วันที่	จำนวนเชื้อรา (cfu/plate/hr)				อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ความชื้น (ร้อยละ)	จำนวนผู้ป่วย (คน)
	Plate1	Plate2	Plate3	เฉลี่ย			
3/8/2015	33	38	46	39.00	26	55	389
4/8/2015	34	38	30	34.00	25	54	399
5/8/2015	39	35	43	39.00	26	53	465
6/8/2015	26	26	25	25.67	24.5	53	412
7/8/2015	44	36	35	38.33	25.5	53	298
17/8/2015	35	32	30	32.33	26	54	367
18/8/2015	32	35	33	33.33	24	53	367
19/8/2015	32	31	37	33.33	24.5	53	399
20/8/2015	38	39	38	38.33	24.9	53	412
21/8/2015	28	35	31	31.33	25.1	52	311
31/8/2015	31	34	33	32.67	24.8	53	356
1/9/2015	32	32	31	31.67	25.5	51	388
2/9/2015	41	35	37	37.67	24.8	51	415
3/9/2015	41	35	33	36.33	25.1	52	387
4/9/2015	35	35	40	36.67	24.7	52	334
14/9/2015	27	28	28	27.67	25.5	53	359
15/9/2015	30	33	33	32.00	25.6	51	389
16/9/2015	30	30	39	33.00	24.7	53	365
17/9/2015	34	32	38	34.67	24.9	54	359
18/9/2015	31	28	33	30.67	25.3	53	326
28/9/2015	45	40	40	41.67	24.8	54	321
29/9/2015	41	36	34	37.00	25.5	52	373
30/9/2015	40	38	33	37.00	24.8	53	417

ตารางที่ ก.1 บันทึกปริมาณเชื้อราและปัจจัยที่เกี่ยวข้องห้องปฏิบัติการผู้ป่วยนอก(ต่อ)

วันที่	จำนวนเชื้อรา (cfu/plate/hr)				อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ความชื้น (ร้อยละ)	จำนวนผู้ป่วย (คน)
	Plate1	Plate2	Plate3	เฉลี่ย			
1/10/2015	38	38	32	36.00	25.2	52	355
2/10/2015	31	41	42	38.00	24.8	52	319
12/10/2015	43	40	40	41.00	25.6	54	356
13/10/2015	41	39	30	36.67	24.9	52	378
14/10/2015	34	38	36	36.00	24.8	53	426
15/10/2015	33	34	35	34.00	25.2	51	345
16/10/2015	36	37	34	35.67	24.8	55	309

มหาวิทยาลัยศิลปากร

ตารางที่ ก.2 บันทึกปริมาณเชื้อราและปัจจัยที่เกี่ยวข้องห้องปฏิบัติการผู้ป่วยใน

วันที่	จำนวนเชื้อรา (cfu/plate/hr)				อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ความชื้น (ร้อยละ)	จำนวนผู้ป่วย (คน)
	Plate1	Plate2	Plate3	เฉลี่ย			
3/8/2015	15	28	23	22.00	23.4	59	12
4/8/2015	13	10	16	13.00	23.3	58	12
5/8/2015	7	10	10	9.00	24.1	57	12
6/8/2015	14	9	14	12.33	23.5	58	12
7/8/2015	10	10	14	11.33	23.1	58	12
17/8/2015	9	8	10	9.00	23.7	58	12
18/8/2015	11	22	16	16.33	23.3	57	12
19/8/2015	13	10	10	11.00	24	58	12
20/8/2015	18	13	13	14.67	24.2	57	12
21/8/2015	15	13	15	14.33	23.7	56	12
31/8/2015	13	18	14	15.00	14.1	57	12
1/9/2015	16	15	18	16.33	23.9	58	12
2/9/2015	13	12	12	12.33	24.1	58	12
3/9/2015	15	12	12	13.00	23.7	58	12
4/9/2015	12	14	14	13.33	24.1	56	12
14/9/2015	12	12	14	12.67	23.4	58	12
15/9/2015	14	13	12	13.00	24.4	58	12
16/9/2015	15	14	17	15.33	24.5	57	12
17/9/2015	12	13	16	13.67	24.2	58	12
18/9/2015	14	13	13	13.33	24.7	56	12
28/9/2015	10	13	14	12.33	23.6	59	12
29/9/2015	13	13	14	13.33	24.1	58	12
30/9/2015	15	19	15	16.33	23.7	56	12
1/10/2015	14	16	14	14.67	23.8	57	12
2/10/2015	18	14	17	16.33	23.5	57	12
12/10/2015	16	14	12	14.00	23.6	59	12

ตารางที่ ก.2 บันทึกปริมาณเชื้อราและปัจจัยที่เกี่ยวข้องห้องปฏิบัติการผู้ป่วยใน(ต่อ)

วันที่	จำนวนเชื้อรา (cfu/plate/hr)				อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ความชื้น (ร้อยละ)	จำนวนผู้ป่วย (คน)
	Plate1	Plate2	Plate3	เฉลี่ย			
13/10/2015	16	16	16	16.00	24.1	58	12
14/10/2015	13	17	14	14.67	23.6	57	12
15/10/2015	61	12	14	29.00	24.1	58	12
16/10/2015	19	19	16	18.00	23.4	57	12

มหาวิทยาลัยศิลปากร

ตารางที่ ก.3 บันทึกปริมาณเชื้อราและปัจจัยที่เกี่ยวข้องห้องธนาคารเลือด

วันที่	จำนวนเชื้อรา (cfu/plate/hr)				อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ความชื้น (ร้อยละ)	จำนวนผู้ป่วย (คน)
	Plate1	Plate2	Plate3	เฉลี่ย			
3/8/2015	10	10	9	9.67	24	55	42
4/8/2015	7	7	5	6.33	24.5	54	46
5/8/2015	14	12	20	15.33	25.1	55	36
6/8/2015	16	22	20	19.33	25.2	55	47
7/8/2015	18	19	15	17.33	24.8	53	38
17/8/2015	19	24	19	20.67	25	55	47
18/8/2015	18	21	24	21.00	24.7	54	49
19/8/2015	21	19	21	20.33	24.5	55	46
20/8/2015	19	20	25	21.33	24.5	56	45
21/8/2015	16	21	22	19.67	24.5	55	39
31/8/2015	19	23	25	22.33	24.7	55	41
1/9/2015	21	23	24	22.67	25.1	54	44
2/9/2015	26	23	25	24.67	24.9	56	51
3/9/2015	25	20	20	21.67	24.5	53	45
4/9/2015	24	21	24	23.00	24.7	55	33
14/9/2015	22	25	23	23.33	24.4	54	55
15/9/2015	24	24	21	23.00	25.1	54	45
16/9/2015	17	19	21	19.00	25.1	52	44
17/9/2015	28	24	22	24.67	24.1	55	48
18/9/2015	21	22	22	21.67	24.5	52	32
28/9/2015	20	26	24	23.33	24.8	53	41
29/9/2015	18	25	26	23.00	24.8	53	42
30/9/2015	24	25	22	23.67	24.6	54	54
1/10/2015	24	25	21	23.33	24.9	55	45
2/10/2015	23	22	25	23.33	24.9	55	30
12/10/2015	24	21	25	23.33	24.6	54	41

ตารางที่ ก.3 บันทึกปริมาณเชื้อราและปัจจัยที่เกี่ยวข้องห้องธนาคารเลือด(ต่อ)

วันที่	จำนวนเชื้อรา (cfu/plate/hr)				อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ความชื้น (ร้อยละ)	จำนวนผู้ป่วย (คน)
	Plate1	Plate2	Plate3	เฉลี่ย			
13/10/2015	23	20	20	21.00	25.2	55	48
14/10/2015	19	27	22	22.67	25	52	56
15/10/2015	26	26	22	24.67	23.6	53	45
16/10/2015	22	22	26	23.33	24.5	53	29

ตารางที่ ก.4 บันทึกปริมาณเชื้อราและปัจจัยที่เกี่ยวข้องห้องจุลชีววิทยา

วันที่	จำนวนเชื้อรา (cfu/plate/hr)				อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ความชื้น (ร้อยละ)	จำนวนผู้ป่วย (คน)
	Plate1	Plate2	Plate3	เฉลี่ย			
3/8/2015	15	16	8	13.00	22	59	5
4/8/2015	7	6	4	5.67	22.2	60	5
5/8/2015	12	8	9	9.67	22.2	59	5
6/8/2015	14	10	9	11.00	22.3	57	5
7/8/2015	4	4	6	4.67	22.4	58	5
17/8/2015	5	9	6	6.67	22.7	59	5
18/8/2015	15	16	9	13.33	22.6	61	5
19/8/2015	13	9	16	12.67	22.4	60	5
20/8/2015	7	6	8	7.00	22.9	59	5
21/8/2015	16	9	13	12.67	22.4	61	5
31/8/2015	8	11	11	10.00	22.5	60	5
1/9/2015	9	9	14	10.67	22.4	59	5
2/9/2015	12	12	11	11.67	22.6	60	5
3/9/2015	10	11	12	11.00	22.4	59	5
4/9/2015	14	17	13	14.67	22.8	61	5
14/9/2015	8	16	11	11.67	22.5	62	5
15/9/2015	9	11	12	10.67	23	61	5
16/9/2015	11	13	10	11.33	22.9	62	5
17/9/2015	14	12	12	12.67	23.1	60	5
18/9/2015	11	10	13	11.33	23.4	59	5
28/9/2015	14	16	15	15.00	23.6	59	5
29/9/2015	14	15	14	14.33	23.4	62	5
30/9/2015	14	18	18	16.67	22.9	61	5
1/10/2015	12	18	20	16.67	22.9	61	5
2/10/2015	15	14	14	14.33	23.3	60	5
12/10/2015	7	8	9	8.00	23.7	61	5

ตารางที่ ก.4 บันทึกปริมาณเชื้อราและปัจจัยที่เกี่ยวข้องห้องจุลชีววิทยา(ต่อ)

วันที่	จำนวนเชื้อรา (cfu/plate/hr)				อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ความชื้น (ร้อยละ)	จำนวนผู้ป่วย (คน)
	Plate1	Plate2	Plate3	เฉลี่ย			
13/10/2015	9	12	10	10.33	23.1	61	5
14/10/2015	13	12	14	13.00	24.1	60	5
15/10/2015	15	15	13	14.33	23.3	61	5
16/10/2015	14	14	16	14.67	23.7	61	5

ตารางที่ ก.5 บันทึกปริมาณเชื้อราและปัจจัยที่เกี่ยวข้องห้องธุรการ

วันที่	จำนวนเชื้อรา (cfu/plate/hr)				อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ความชื้น (ร้อยละ)	จำนวนผู้ป่วย (คน)
	Plate1	Plate2	Plate3	เฉลี่ย			
3/8/2015	13	16	13	14.00	21.5	55	6
4/8/2015	13	16	13	14.00	21.8	54	7
5/8/2015	12	14	12	12.67	22.2	55	5
6/8/2015	13	14	12	13.00	22.1	54	5
7/8/2015	11	15	14	13.33	21.8	53	5
17/8/2015	13	15	13	13.67	22.1	56	6
18/8/2015	13	16	12	13.67	21.8	56	7
19/8/2015	11	15	14	13.33	22.4	54	6
20/8/2015	13	11	12	12.00	22.6	56	6
21/8/2015	12	13	13	12.67	22.3	54	5
31/8/2015	11	12	15	12.67	23.1	51	6
1/9/2015	14	15	17	15.33	21.9	52	5
2/9/2015	14	14	15	14.33	22.2	53	5
3/9/2015	13	12	12	12.33	22.6	54	5
4/9/2015	11	13	12	12.00	21.9	54	5
14/9/2015	12	12	14	12.67	22.3	52	6
15/9/2015	13	14	12	13.00	22.3	53	6
16/9/2015	15	12	14	13.67	21.9	54	6
17/9/2015	13	13	13	13.00	22.3	52	7
18/9/2015	12	13	16	13.67	22.5	55	5
28/9/2015	13	11	12	12.00	21.9	52	6
29/9/2015	10	13	13	12.00	21.8	53	7
30/9/2015	13	12	11	12.00	22.1	53	6
1/10/2015	14	13	9	12.00	21.5	54	6
2/10/2015	10	12	10	10.67	22.5	55	5

ตารางที่ ก.5 บันทึกปริมาณเชื้อราและปัจจัยที่เกี่ยวข้องห้องธุรการ(ต่อ)

วันที่	จำนวนเชื้อรา (cfu/plate/hr)				อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ความชื้น (ร้อยละ)	จำนวนผู้ป่วย (คน)
	Plate1	Plate2	Plate3	เฉลี่ย			
12/10/2015	12	8	10	10.00	22.3	52	5
13/10/2015	12	15	11	12.67	22.2	53	6
14/10/2015	11	13	12	12.00	22.3	52	6
15/10/2015	11	13	13	12.33	22.3	53	6
16/10/2015	13	13	14	13.33	22.2	53	5

มหาวิทยาลัยศิลปากร

ภาคผนวก ข

ตารางที่ ข.1 ผลการคำนวณค่าความสัมพันธ์เพียร์สัน

Correlations					
		Fungus	Temp	Humid	Patient
Fungus	Pearson Correlation	1	.637**	-.543**	.892**
	Sig. (2-tailed)		.000	.000	.000
	N	150	150	150	150
Temp	Pearson Correlation	.637**	1	-.292**	.556**
	Sig. (2-tailed)	.000		.000	.000
	N	150	150	150	150
Humid	Pearson Correlation	-.543**	-.292**	1	-.507**
	Sig. (2-tailed)	.000	.000		.000
	N	150	150	150	150
Patient	Pearson Correlation	.892**	.556**	-.507**	1
	Sig. (2-tailed)	.000	.000	.000	
	N	150	150	150	150
**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).					

มหาวิทยาลัยศิลปา

ภาคผนวก ค

ตารางที่ ค.1 ปริมาณเชื้อราแยกตามชนิดของแต่ละห้อง

ชนิดเชื้อรา	ปริมาณเชื้อราเฉลี่ย (cfu/plate/hr)				
	OPD	IPD	Blood Bank	Micro biology	Office
1.Alternaria sp.	8.65	3.72	4.07	2.33	2.61
2.Penicillium sp.	5.80	2.31	4.98	2.44	1.72
3.Aspergillus sp.	2.01	0.54	0.73	0.53	0.74
4.Rhizopus sp.	0.92	0.56	0.57	0.41	1.22
5.Fusarium sp.	0.09	0.08	0.07	0.05	0.08
6.Mucor sp.	0.02	0.03	0.03	0.04	0.03
7.Cladosporium sp.	0.02	0.03	0.01	0.02	0.00
8.Other	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

มหาวิทยาลัยศิลปากร

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ – สกุล	นายพิทักษ์ คิมนารักษ์
ที่อยู่	36 หมู่ 7 ตำบลบางปลา อำเภอบางเลน จังหวัดนครปฐม 73130
ที่ทำงาน	กลุ่มงานพยาธิวิทยาคลินิก โรงพยาบาลนครปฐม อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2553	สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (เทคนิคการแพทย์) จากมหาวิทยาลัยมหิดล จังหวัดนครปฐม
พ.ศ. 2555	ศึกษาต่อระดับปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
ประวัติการทำงาน	
พ.ศ. 2553 – 2556	นักเทคนิคการแพทย์ โรงพยาบาลนครปฐม จังหวัดนครปฐม
พ.ศ. 2557 – ปัจจุบัน	นักเทคนิคการแพทย์ ระดับปฏิบัติการ โรงพยาบาลนครปฐม จังหวัดนครปฐม

มหาวิทยาลัยศิลปากร