บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

1 รูปแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงสำรวจ (Survey Research) เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของระบบระบายอากาศกับปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในบรรยากาศ โดยการตรวจวัดอัตราการแลกเปลี่ยนอากาศด้วยการใช้ก๊าซซัลเฟอร์ เฮกซะฟลูออไรด์ กับปริมาณเชื้อแบคทีเรีย (*Staphylococcus*) และปริมาณเชื้อรา (*Aspergillus*) ในแต่ละจุดที่ทำการศึกษา

2. สารเคมีที่ใช้ในการวิจัย

2.1 อาหารเลี้ยงเชื้อสำหรับแบคทีเรีย

2.1.1 Blood Agar (Oxoid Ltd., ENGLAND)

2.2 อาหารเลี้ยงเชื้อสำหรับเชื้อรา

2.2.1 Sabouraud Dextrose Agar (SDA) (BBL Becton Dickinson, U.S.A.)

2.3 สาร Biochemical Test

2.3.1 Co-Agulase Test (Oxoid Ltd., ENGLAND)

2.3.2 PR-Glucose (Oxoid Ltd., ENGLAND)

2.3.3 PR-Manitol (Oxoid Ltd., ENGLAND)

3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.1 เครื่องมือที่ใช้เก็บตัวอย่าง

3.1.1 Andersen Impactor (Thermo Andersen, model 1060056)

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์เชื้อจุลินทรีย์

3.2.1 Tube

3.2.2 บีกเกอร์ขนาด 1 ลิตร

3.2.3 บีกเกอร์ขนาด 25 ml

3.2.4 Pipet

3.2.5 Spreader

3.2.6 Loop

3.2.7 Needle

3.2.8 ตะเกียงแอลกอฮอล์

3.2.9 ช้อนตักสาร

3.2.10 แท่งแก้วคนสาร

3.2.11 เครื่องชั่งสารเคมีทศนิยม 2 ตำแหน่ง (METTLER, model BB 2400)

3.2.12 ตู้อบเพาะเชื้อ (Incubator) (อุณหภูมิ 35±2 องศาเซลเซียส) (MEMMERT, model 800)

3.2.13 เครื่องนึ่งฆ่าเชื้อ (Autoclave) (KOKUSAN JAPAN, model 88L4)

3.2.14 อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (Water bath) (GFL, model 1086)

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการตรวจวัดอัตราการถ่ายเทอากาศ

3.3.1 MIRAN 205B (Series SapphIRe Portable Ambient Air Analyzers)

3.4 เครื่องมือตรวจวัดความเร็วลม

3.4.1 Hot wire anemometer

4 การดำเนินการวิจัย

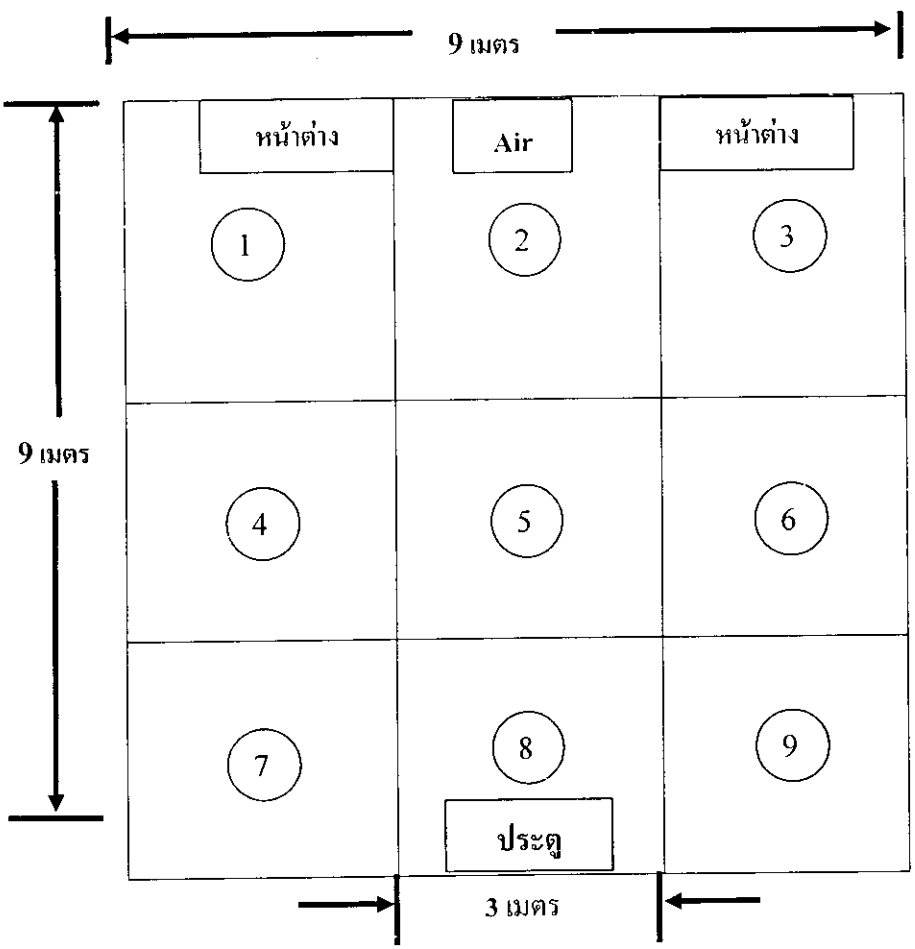
4.1 การสำรวจอัตราการระบายอากาศ

การตรวจวัดอัตราการถ่ายเทอากาศโดยใช้ก๊าซซัลเฟอร์ เฮกซะฟลูออไรด์ กระทำโดยฉีดก๊าซ ซัลเฟอร์ เฮกซะฟลูออไรด์ ความเข้มข้น 100 ppm ในอัตรา 5 ลิตรต่อนาที เป็นเวลานาน 60 นาที บริเวณที่ปล่อยอากาศออกจากเครื่องปรับอากาศ ปล่อยทิ้งไว้ 15 นาที ระหว่างนั้นใช้พัดลมเป่าเพื่อให้อากาศผสมให้เข้ากันแล้วทำการตรวจวัดก๊าซซัลเฟอร์ เฮกซะฟลูออไรด์ ที่จุดกึ่งกลางห้องที่ทำการศึกษา ทุกๆ 5 นาทีเป็นเวลา 1 ชั่วโมง โดยทำการตรวจวัดอัตราการถ่ายเทอากาศสัปดาห์ละ 1 ครั้ง จำนวน 4 ครั้ง

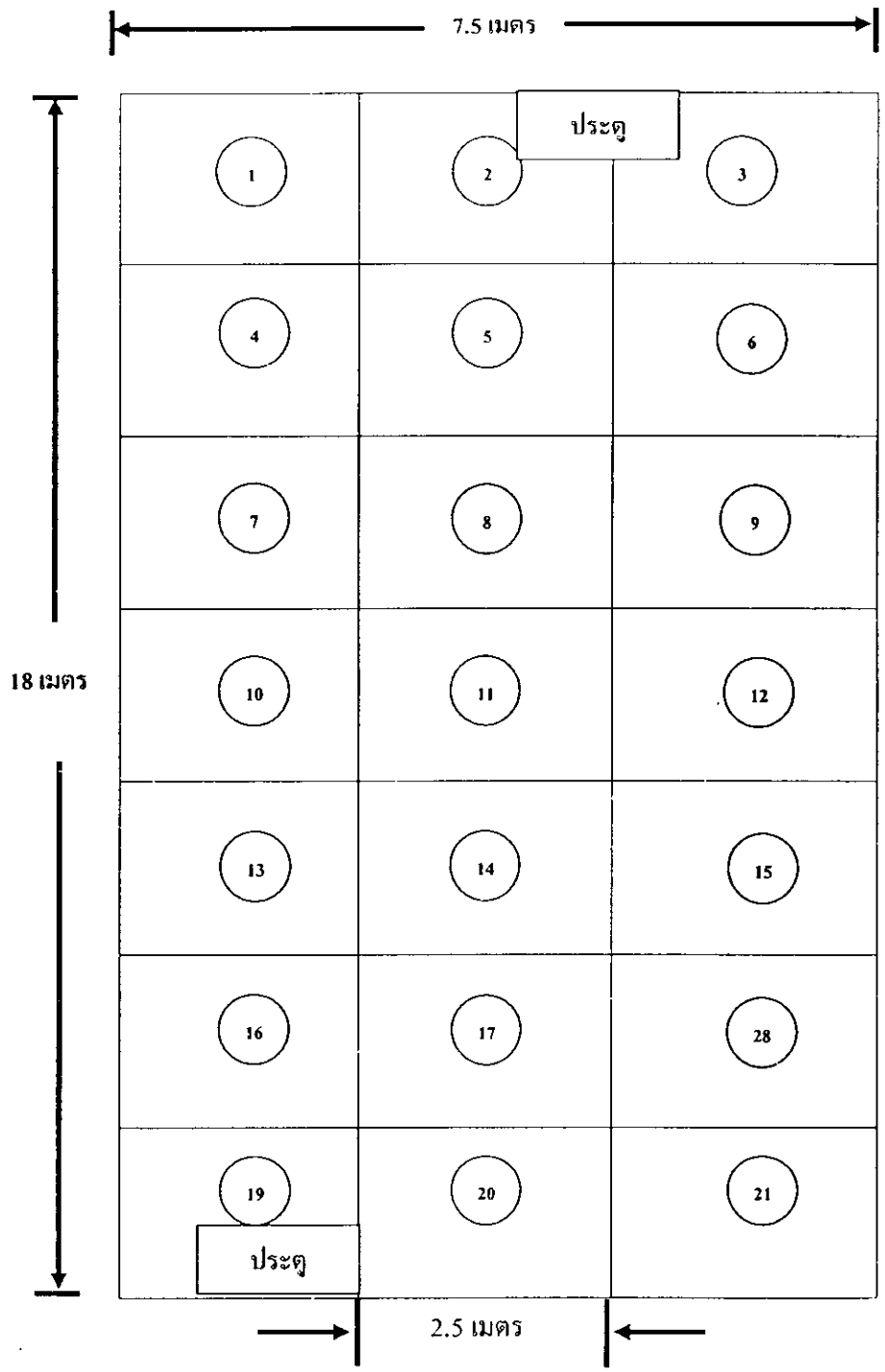
4.2 การสำรวจจุดอับอากาศและปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในบรรยากาศ

สำหรับการสำรวจจุดอับอากาศและปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในบรรยากาศ เริ่มจากทำการกำหนดจุดที่ทำการเก็บตัวอย่างในแต่ละห้อง ซึ่งดัดแปลงจากวิธีการเก็บตัวอย่างอนุภาคภายในปล่องควันของ McDermott (2001) โดยทำการแบ่งพื้นที่ออกเป็นส่วนๆตามขนาดของห้องที่ทำการศึกษาโดยแบ่งออกเป็นตาราง 2.5 x 2.5 เมตร และทำการกำหนดจุดเก็บตัวอย่างที่จุดกึ่งกลางของแต่ละช่องของตารางซึ่งแต่ละจุดจะมีระยะห่างกัน 2.5 เมตร ดังรูปที่ 4 และรูปที่ 5 จากนั้นทำการ

เก็บตัวอย่างเชื้อจุลินทรีย์ในบรรยากาศพร้อมทั้งทำการวัดความเร็วลม ณ จุดเดียวกัน โดยการเก็บตัวอย่างเชื้อจุลินทรีย์ในบรรยากาศใช้ Andersen Impector แบบ N_6 ด้วยอัตราการดูดอากาศ 28.3 ลิตรต่อนาที ใช้เวลาในการเก็บตัวอย่างนาน 5 นาที ซึ่งประยุกต์จากคำแนะนำของ Jones et al. (1985) แล้วนำจานเพาะเชื้อไปอบเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 35-37 องศาเซลเซียส นาน 24-48 ชั่วโมง เมื่อทำการอบเรียบร้อยแล้วนำจานเพาะเชื้อมานับจำนวนโคโลนีของแบคทีเรียและเชื้อราที่ขึ้นบน agar โดยนับแยกโคโลนีที่เหมือนกันและพิสูจน์เชื้อแต่ละชนิด คำนวณและรายงานผลเป็นจำนวนโคโลนีต่อลูกบาศก์เมตรของอากาศที่ดูดเข้าไป ซึ่งการศึกษาในหัวข้อนี้จะทำการตรวจวัดทุกๆ 1 เดือนในแต่ละห้อง



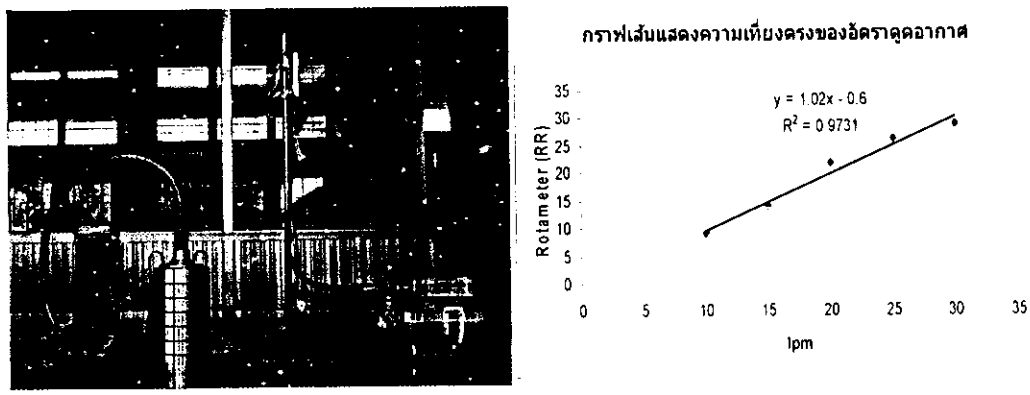
รูปที่ 4 จุดที่ทำการเก็บตัวอย่างจุลินทรีย์และวัดความเร็วลมสำหรับหอผู้ป่วยทารกแรกเกิดระยะวิกฤติ (NICU) และหอผู้ป่วยเด็กระยะวิกฤติ (PICU)



หมายเหตุ: แต่ละห้องจะทำการเก็บตัวอย่างเพียง 14 จุด เพราะบางจุดไม่สามารถทำการเก็บตัวอย่างได้

รูปที่ 5 จุดที่ทำการเก็บตัวอย่างจุลินทรีย์และวัดความเร็วลมสำหรับหอผู้ป่วยหนักศัลยกรรม (ICU) และหอผู้ป่วยไฟไหม้ น้ำร้อนลวก (Burn Unit)

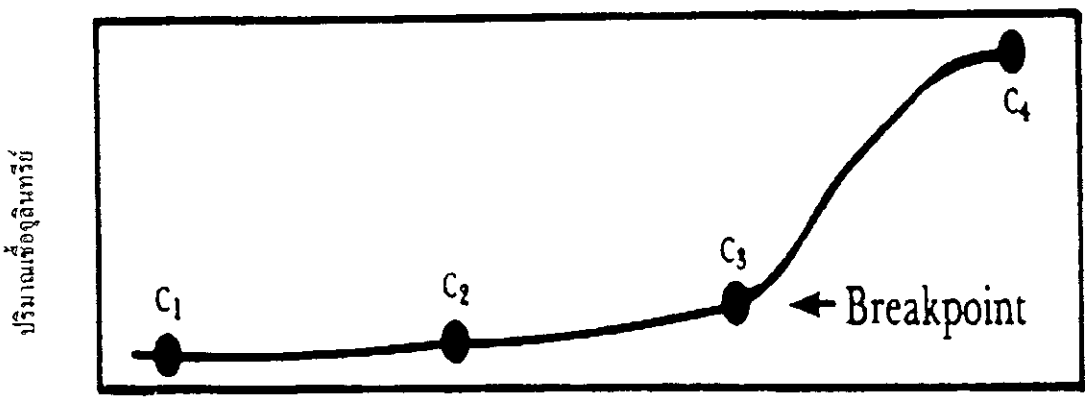
อนึ่ง อัตราการดูดอากาศของ Andersen Impactor นั้นกำหนดไว้ที่ 28.3 L/min การทดสอบความเที่ยงตรงทำได้โดยการใช้เครื่อง Gillibrator โดยในการทดสอบจะต่อ outlet ของ Gillibrator เข้ากับ inlet ของ Andersen Impactor ส่วน outlet ของ Andersen Impactor ต่อเข้ากับ inlet ของ Rotameter และส่วน outlet ของ Rotameter ต่อกับ inlet ของปั๊มดูดอากาศดังรูปที่ 6 แล้วปรับอัตราดูดอากาศของ Andersen Impactor ให้ได้ 28.3 L/min แล้วดูที่ Rotameter ว่าลูกบอลอยู่ที่ตำแหน่งใด โดยเปิดปั๊มทุกครั้งต้องตรวจดูว่าลูกบอลอยู่ในตำแหน่งที่ต้องการแล้วหรือยัง มิฉะนั้นต้องปรับอัตราการดูดอากาศของปั๊มจนกว่าจะได้ตำแหน่งลูกบอลซึ่งเทียบเท่ากับอัตราการไหลตามที่ต้องการ



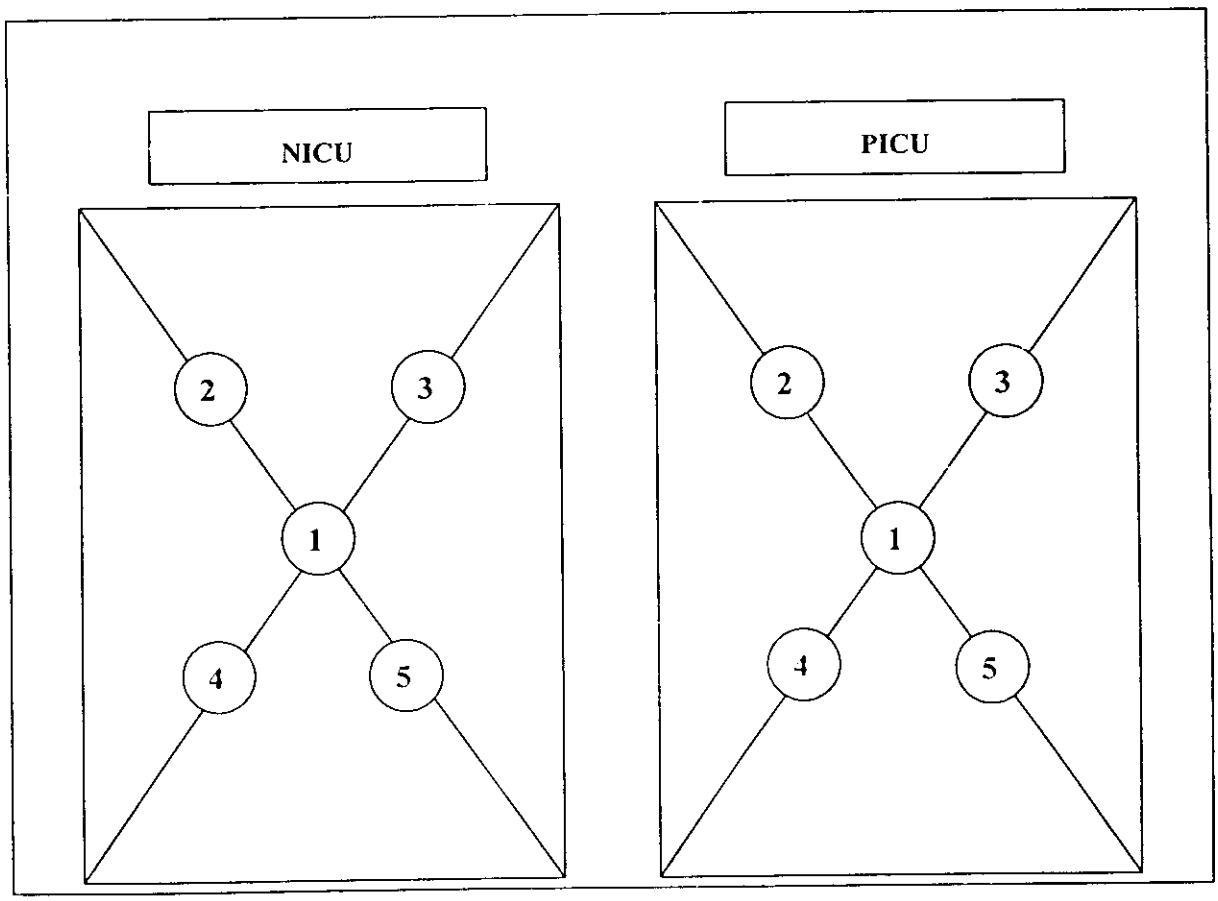
รูปที่ 6 การทดสอบความเที่ยงตรงของอัตราการดูดอากาศของ Andersen Impactor

4.3 การศึกษาระยะเวลาใช้งานของแผ่นกรองอากาศ

สำหรับการศึกษาประสิทธิภาพของแผ่นกรองอากาศหอผู้ป่วยทารกแรกเกิดระยะวิกฤติ (NICU) และหอผู้ป่วยเด็กระยะวิกฤติ (PICU) ซึ่งใช้แผ่นกรองอากาศแบบทั่วไปที่มีประสิทธิภาพในการกรอง 60-65% อนุภาคที่กรองได้ตั้งแต่ 0.5 ไมโครเมตรขึ้นไป ในการศึกษาระยะเวลาการใช้งานของแผ่นกรองอากาศในที่นี้ใช้ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์เป็นดัชนีชี้วัด โดยจะดูแนวโน้มการเพิ่มของปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในลักษณะของ Break through capacity (Joseph and Beachler, 1981) (รูปที่ 7) รวมถึงการเทียบกับค่ามาตรฐานของปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ตามมาตรฐาน WHO และระยะเวลาในการเปลี่ยนและล้างแผ่นกรองอากาศตามที่บริษัทกำหนด ซึ่งการศึกษาในหัวข้อนี้ได้ทำการตรวจวัดทุกๆ สัปดาห์ในแต่ละห้อง (รูปที่ 8) เป็นจำนวน 20 ครั้ง



รูปที่ 7 แนวโน้มการเพิ่มของปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในลักษณะของ Breakthrough capacity (Joseph and Beachler, 1981)



รูปที่ 8 จุดที่ทำการเก็บตัวอย่างจุลินทรีย์สำหรับการศึกษาระยะเวลาการใช้งานของแผ่นกรองอากาศแบบทั่วไปในห้อง NICU และห้อง PICU

กล่าวโดยสรุปคือ การศึกษาอัตราการถ่ายเทอากาศนั้นกระทำทุกสัปดาห์ตลอดระยะเวลา 4 เดือน การศึกษาจุดอับอากาศและปริมาณจุลินทรีย์กระทำเดือนละครั้ง ส่วนการศึกษาระยะเวลาการใช้งานของแผ่นกรองอากาศกระทำทุกสัปดาห์ดังนำเสนอในตารางที่ 9

ตารางที่ 9 การดำเนินการเก็บตัวอย่างในแต่ละเดือน

กิจกรรม	สัปดาห์ที่			
	1	2	3	4
สำรวจอัตราการระบายอากาศ	/	/	/	/
สำรวจจุดอับอากาศและเก็บตัวอย่างจุลินทรีย์ในห้อง				
- หอผู้ป่วยทารกแรกเกิดระยะวิกฤติ (NICU)	/			
- หอผู้ป่วยเด็กระยะวิกฤติ (PICU)		/		
- หอผู้ป่วยหนักศัลยกรรม (ICU)			/	
- หอผู้ป่วยไฟไหม้น้ำร้อนลวก (Burn Unit)				/
ศึกษาระยะเวลาการใช้งานของแผ่นกรองอากาศ				
- หอผู้ป่วยทารกแรกเกิดระยะวิกฤติ (NICU)	/	/	/	/
- หอผู้ป่วยเด็กระยะวิกฤติ (PICU)	/	/	/	/

4.4 การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อที่ใช้ในการทดลอง

อาหารเลี้ยงเชื้อที่ใช้นั้น อยู่ในรูปของอาหารเลี้ยงเชื้อสำเร็จรูป (dehydrated media) ซึ่งมีลักษณะเป็นผง ดังนั้นการเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อจึงต้องเตรียมตามคำแนะนำของอาหารเลี้ยงเชื้อนั้นๆ ซึ่งหลังจากเปิดใช้แล้วควรปิดฝาให้แน่น เก็บไว้ในที่มืดและมีความชื้นน้อยๆ อุณหภูมิควรต่ำกว่า 30 องศาเซลเซียส เมื่อเปิดอาหารเลี้ยงเชื้อใช้แล้วควรใช้ให้หมดภายใน 6 เดือน (ทวี จิตไมตรี, 2529)

ในการเตรียม Blood Agar ทำโดยการตวง Blood Agar จำนวน 40 กรัมผสมกับน้ำกลั่น 1 ลิตร และการเตรียม SDA ทำโดยการตวง SDA จำนวน 65 กรัมผสมกับน้ำกลั่น 1 ลิตร ในการละลายอาหารเลี้ยงเชื้อนั้นควรเติมน้ำอุ่นทีละน้อยหรือครึ่งหนึ่งของจำนวนน้ำทั้งหมด เมื่ออาหารละลายแล้วจึงเติมน้ำส่วนที่เหลือ ไม่ควรใช้น้ำร้อนจัดเพราะจะทำให้อาหารเลี้ยงเชื้อจับกันเป็นก้อน

และไม่ละลาย (วิภาวดี แมนมนตรี, 2532) จากนั้นทำการฆ่าเชื้อโดยใส่อาหารเลี้ยงเชื้อในหม้อนึ่งอัดความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว (1.2 ก.ก. ต่อตารางเซนติเมตร) ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที หลังจากนั้นรีบเอาออกจากหม้อนึ่ง ทำให้เย็นโดยเร็วเพื่อไม่ให้ได้รับความร้อนนานเกินไป เนื่องจากส่วนผสมบางอย่างอาจสลายตัวได้ เมื่อเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อเสร็จแล้วก็เทใส่ใน plate ที่มีขนาด 15 mm × 90 mm แล้วปล่อยทิ้งไว้ให้เย็น (ทวี จิตไมตรี, 2529) อาหารเลี้ยงเชื้อที่เตรียมเสร็จแล้วต้องนำมาทดสอบการปราศจากเชื้อโดยนำอาหารเลี้ยงเชื้อที่เตรียมแล้วมาประมาณ 5% อบที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง ถ้าพบว่ามีเชื้อขึ้นมากกว่า 2 โคโลนีต่อจานอาหารเลี้ยงเชื้อต้องทิ้งอาหารเลี้ยงเชื้อนั้นไปทั้งหมด (วิภาวดี แมนมนตรี, 2532)

4.5 การวินิจฉัยชนิดของเชื้อจุลินทรีย์จากตัวอย่างอากาศที่สุ่มเก็บ

4.5.1 การวินิจฉัยชนิดของเชื้อแบคทีเรีย (*Staphylococcus*)

การวินิจฉัยชนิดของเชื้อที่พบทำได้โดยการแยกเชื้อ และการทดสอบ Biochemical Reaction Test ทั้งนี้จะต้องทำการแยกเชื้อก่อนโดยจะย้อมสีแบคทีเรียด้วยการหยดน้ำลงบนสไลด์ให้น้ำแผ่กระจายออก จากนั้นสเมียร์เชื้อโดยใช้ลวดเขี่ยเชื้อแตะหยดน้ำบนสไลด์ 1-2 ลูป แล้วใช้ลวดเขี่ยเชื้อที่เผาไฟ เพื่อฆ่าเชื้ออื่นแล้ว เขี่ยเชื้อที่เจริญบนอาหารแข็งให้ติดลวดเขี่ยเชื้อมาเพียงเล็กน้อย แตะเชื้อลงบนแผ่นสไลด์ แล้วละเลงเชื้อให้กระจายเป็นวงเล็กๆทิ้งไว้ให้รอยสเมียร์แห้ง รอยสเมียร์ที่ดีจะต้องบางมีเชื้อกระจายอย่างสม่ำเสมอ จากนั้นจึงจะถึงขั้นตอนฟิกซ์รอย สเมียร์ เพื่อทำให้เซลล์ของแบคทีเรียติดแน่นกับสไลด์ เพราะเวลาย้อมสีจะต้องผ่านขั้นตอนการล้างสี ซึ่งอาจทำให้เซลล์ของแบคทีเรียหลุดได้ การฟิกซ์รอยสเมียร์ทำโดยนำสไลด์ที่มีรอยสเมียร์ที่แห้งแล้ว มาลนผ่านเหนือเปลวไฟ โดยให้เปลวไฟผ่านใต้สไลด์ตรงรอยสเมียร์ ให้ลนผ่านเปลวไฟอย่างรวดเร็ว 2-3 ครั้ง เพราะไม่ต้องการให้ร้อนจนเกินไป เมื่อนำมาแตะหลังมือแล้วยังพอทนได้ การผ่านเปลวไฟเป็นการดึงน้ำออกจากเซลล์จึงทำให้เซลล์ติดแน่นกับสไลด์ (คณะอาจารย์ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2536)

จากนั้นย้อมสีแบคทีเรียโดยหยด Crystal violet จำนวน 5 หยด ทิ้งไว้นาน 1 นาที ล้างออกด้วยน้ำเปล่า ตามด้วยหยด Gram iodine จำนวน 5 หยด ทิ้งไว้นาน 1 นาที ล้างออกด้วยน้ำเปล่า แล้วล้างตามด้วย alcohol 95% แล้วล้างด้วยน้ำเปล่าอีกครั้งหนึ่ง แล้วหยด safranin จำนวน 5 หยด ทิ้งไว้นาน 30 วินาที – 1 นาที ล้างออกด้วยน้ำเปล่า เมื่อสไลด์แห้ง นำมาตรวจดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ แบคทีเรียแกรมบวกจะติดสีม่วง แบคทีเรียแกรมลบจะติดสีแดงชมพู เนื่องจากสี Crystal violet จะซึมผ่านผนังเซลล์แบคทีเรียเข้าไปในไซโทพลาซึม เมื่อย้อมด้วย Gram iodine ก็จะ

ไปเกาะกับสีแรกเป็นสารประกอบเชิงซ้อนที่เรียกว่า Crystal iodine complex ซึ่งจะมีขนาดของโมเลกุลใหญ่ขึ้น ในแบคทีเรียแกรมบวกมีไขมันที่ผนังเซลล์น้อยกว่าแบคทีเรียแกรมลบ เมื่อล้างด้วย alcohol 95% ซึ่งเป็นสารละลายไขมัน จะยังคงรักษาสารประกอบเชิงซ้อนนั้นอยู่ได้ ในขณะที่แบคทีเรีย แกรมลบจะเกิดรูที่ผนังเซลล์ขนาดใหญ่กว่าแบคทีเรียแกรมบวก จึงทำให้สารประกอบเชิงซ้อนหลุดจากเซลล์ของแบคทีเรียแกรมลบได้ดี เมื่อย้อมทับด้วย safranin จึงทำให้แบคทีเรียแกรมลบติดสีแดงของ safranin ในขณะที่แบคทีเรียแกรมบวกติดสีของ Crystal violet (เกษแก้ว เพียรทวีชัย, 2538)

สำหรับการทดสอบ Biochemical Reaction Test ทำได้โดยการทดสอบปฏิกิริยาทางชีวเคมีด้วย Co-Agulase Test , PR-Glucose และ PR-Manitol สำหรับเชื้อแบคทีเรีย และการทำ Slide Culture สำหรับเชื้อราสายที่พบ โดยดูปฏิกิริยาเคมีที่เกิดในการทดสอบแต่ละชนิดว่า positive หรือ negative เทียบกับตารางการวินิจฉัยชนิดของเชื้อ (เกษแก้ว เพียรทวีชัย, 2538)

4.5.2 การวินิจฉัยชนิดของเชื้อรา (*Aspergillus*)

การวินิจฉัยชนิดเชื้อราที่พบโดยวิธี Conventional Method in clinical Microbiology จะประกอบไปด้วยการทดสอบ Slide Culture สำหรับ molds ซึ่งมีวิธีการดังนี้ เริ่มจากเตรียม slide วางบนแท่งแก้วดักแก๊ซงอใน plate และวาง cover glass ปิดฝาแล้วนำไปฆ่าเชื้อโดยเข้า hot air oven อุณหภูมิ 160 องศาเซลเซียสนาน 3 ชั่วโมง จากนั้นเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ SDA ตัดเป็นชิ้นสี่เหลี่ยมขนาดประมาณ 1 ตารางเซนติเมตร หนาประมาณ 2-3 มิลลิเมตร แล้วใช้ loop หรือ microspatula ตัก agar block ด้วย sterile technique มาวางบน slide ใน plate ที่เตรียมไว้แล้วใช้ needle ปลายงอเขี่ยเชื้อ inoculate ลงที่จุดกลางด้านข้างทั้ง 4 ด้านของ agar block แล้วใช้คีมคีบ cover glass ที่ปราศจากเชื้อปิดบน agar block โดยเติมน้ำกลั่นบริสุทธิ์ใน plate เล็กน้อย เพื่อให้มีความชื้น เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง จนกระทั่งเกิด sporulation ซึ่งทราบได้โดยยกทั้ง slide นั้นมาดูด้วยกล้องกำลังขยายต่ำเมื่อเห็นมีสปอร์เกิดขึ้นแล้ว ใช้คีมยก cover glass มาวางหงายเขี่ย agar block ทิ้งลงในน้ำยาฆ่าเชื้อแล้วค่อยๆหยดแอลกอฮอล์ร้อยละ 95 บน slide และ cover glass ที่มีเชื้อ ระวังอย่าหยดแอลกอฮอล์แรง จะทำให้เสียรูปร่างการเรียงตัวของเชื้อ รอจนแอลกอฮอล์แห้ง หยด Lactophenol cotton blue อีก 1 หยด บน slide ที่สะอาด ปิดด้วย cover glass ที่มีเชื้อ ดังนั้น ในการทำ slide culture ครั้งหนึ่งๆจะได้ slide 2 แผ่น นำไปศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์ ถ้าต้องการเก็บเป็น permanent slide ใช้กระดาษซับ mounting fluid ตามขอบๆ cover glass ให้แห้ง จากนี้ปิดทั้ง 4 ด้าน ด้วยยาทาเล็บ (เกษแก้ว เพียรทวีชัย, 2538)

5 การวิเคราะห์ข้อมูล

งานวิจัยนี้ใช้สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics) วิเคราะห์ข้อมูล แสดงผลเป็นการจัดกลุ่ม ค่าเฉลี่ย ร้อยละ และหาค่าความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างความเร็วลมกับปริมาณเชื้อจุลินทรีย์และอัตราการระบายอากาศต่อคนกับปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในแต่ละแหล่งเก็บตัวอย่าง

6 จำนวนตัวอย่าง

การศึกษาในครั้งนี้ใช้เวลาในการเก็บตัวอย่าง 5 เดือน (เดือนกุมภาพันธ์ 2549-เดือนกรกฎาคม 2549) รวมมีจำนวนอาหารเพาะเลี้ยงเชื้อที่ใช้ศึกษา 992 plates จำแนกตามวัตถุประสงค์ในการศึกษาได้ดังนี้

6.1 การสำรวจจุดอับอากาศและปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในบรรยากาศ

- สำหรับห้อง NICU และห้อง PICU (ห้องละ 9 จุด)

  (Andersen Impactor 1 ชั้น × อาหารเลี้ยงเชื้อ 2 ชนิด x 2 ห้อง x 9 จุดx 4 ครั้ง)

  = 144 plates

- สำหรับห้อง ICU และห้อง Burn Unit (ห้องละ 14 จุด)

  (Andersen Impactor 1 ชั้น × อาหารเลี้ยงเชื้อ 2 ชนิด x 2 ห้อง x 14 จุด x 4 ครั้ง)

  = 224 plates

ดังนั้นจำนวนตัวอย่างทั้งหมดสำหรับการสำรวจจุดอับอากาศและปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในบรรยากาศคือ 368 plate

โดย field blank มีจำนวนตัวอย่างเท่ากับ Andersen Impactor 1 ชั้น × 4 ห้อง x 2จุด/ห้อง x 4 ครั้ง x อาหารเลี้ยงเชื้อ 2 ชนิด = 64 plates ในการศึกษาครั้งนี้รวมมีจำนวนอาหารเพาะเลี้ยงเชื้อที่ใช้ศึกษาการสำรวจจุดอับอากาศและปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในบรรยากาศทั้งหมด 432 plates

6.2 การศึกษาระยะเวลาการใช้งานของแผ่นกรองอากาศ

- Andersen Impactor 1 ชั้น × 2 ห้อง x 5 จุด/ห้อง × อาหารเลี้ยงเชื้อ 2 ชนิด x 20 ครั้ง

  = 400 plates

โดย field blank มีจำนวนตัวอย่างเท่ากับ Andersen Impactor 1 ชั้น × 2 ห้อง x 2 จุด/ห้อง × อาหารเลี้ยงเชื้อ 2 ชนิด x 20 ครั้ง = 160 plates

ในการศึกษาครั้งนี้รวมมีจำนวนอาหารเพาะเลี้ยงเชื้อที่ใช้ศึกษาระยะเวลาการใช้งานของแผ่นกรองอากาศและปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในบรรยากาศทั้งหมด 560 plates

ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้รวมมีจำนวนอาหารเพาะเลี้ยงเชื้อที่ใช้ศึกษาทั้งหมด 992 plates

7. การดำเนินการเกี่ยวกับกิจกรรมและระยะเวลาทำการวิจัย

การศึกษาในครั้งนี้ใช้เวลาทั้งหมด 1 ปี 2 เดือน และทำการเก็บตัวอย่างอากาศภายในโรงพยาบาลเป็นระยะเวลา 5 เดือน คือในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ 2549 – เดือนกรกฎาคม 2549 ดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10 การดำเนินการเกี่ยวกับกิจกรรมและระยะเวลาทำการวิจัย

กิจกรรม	เดือน													
	ก.ค. 48	ส.ค. 48	ก.ย. 48	ต.ค. 48	พ.ย. 48	ธ.ค. 48	ม.ค. 49	ก.พ. 49	มี.ค. 49	เม.ย. 49	พ.ค. 49	มิ.ย. 49	ก.ค. 49	ส.ค. 49
- ทบทวนวรรณกรรม	←	—	→											
- เตรียมวัสดุอุปกรณ์และสถานที่				←	—	—	→							
- เก็บตัวอย่าง/เพาะเชื้อ								←	—	—	—	—	→	
- วิเคราะห์ข้อมูล										←	—	—	→	
- สรุปผล												←	—	→
- สอบป้องกันวิทยานิพนธ์													←	→
- เผยแพร่วิทยานิพนธ์														↔

8. สถานที่ทำการวิจัย

งานวิจัยครั้งนี้ทำการศึกษาในโรงพยาบาลขนาด 800 เตียง ในจังหวัดขอนแก่น และนำตัวอย่างอากาศที่เก็บได้ไปตรวจวิเคราะห์หาเชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อโรคในห้องปฏิบัติการของคณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น