

นิพนธ์ต้นฉบับ

การดัดแปลงเครื่องมือเพื่อดักจับเชื้อจุลชีพในบรรยากาศ

พนัสกฤษ ลิขิตานุกาฬ* บงกชวรรณ สุตะพาหะ*

บทคัดย่อ

การศึกษานี้เป็นการดัดแปลงเครื่องดูดฝุ่นขนาดเล็กสำหรับการใช้งานดักจับจุลชีพ โดยปรับเปลี่ยนหน้ากากล้างให้มีลักษณะเป็นฝาเกลียว เจาะรู และทำแท่นสำหรับวางจานอาหารเลี้ยงเชื้อ พร้อมทั้งปรับแรงดูดอากาศให้เท่ากับแรงดูดของเครื่องดักจับเชื้อมาตรฐาน (Modified Anderson Sampler) ซึ่งเมื่อใช้งานในการทดสอบประสิทธิภาพการดักจับเชื้อแบคทีเรียในห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา 3 ห้อง เปรียบเทียบกับเครื่องดักจับเชื้อมาตรฐาน พบว่า ณ พื้นที่ของอาหารเลี้ยงเชื้อ (TSA : 38.5 ซม.²) ที่เท่ากัน ในจำนวนโคโลนีที่ดักจับได้ใกล้เคียงกัน (32/35, 15/12 และ 5/5) นั้น เครื่องดัดแปลงใช้เวลาในการเปิดเครื่องเพื่อดักจับเชื้อน้อยกว่าเครื่องมาตรฐานถึง 3 เท่า (10/30 วินาที) และเมื่อนำเครื่องดัดแปลงไปเปิดดักจับเชื้อราในบรรยากาศห้องปฏิบัติการเชื้อรา ณ พื้นที่จานอาหารเลี้ยงเชื้อที่เท่ากัน (SDA:78.5 ซม.²) นาน 10, 20 และ 30 วินาที เปรียบเทียบกับการดักจับด้วยวิธีวางจานอาหารเลี้ยงเชื้อนาน 20 นาที พบว่าในเวลา 30 วินาทีเครื่องดัดแปลงสามารถดักจับได้จำนวนเชื้อรามากกว่าประมาณ 1.5 เท่า (14 และ 9 โคโลนี) และตรวจพบชนิดของเชื้อมากกว่าถึง 3 เท่า (6 และ 2 ชนิด) รวมถึงใช้เวลาสั้นกว่า 40 เท่า (30 วินาที และ 20 นาที) เมื่อทดลองใช้เครื่องดัดแปลงดักจับเชื้อราในบรรยากาศห้องที่มีผู้ป่วยติดเชื้อ HIV ของโรงพยาบาลมหาราช นครเชียงใหม่ ประกอบด้วย หอผู้ป่วยอายุรกรรมชายจำนวน 6 ห้อง หอผู้ป่วยอายุรกรรมหญิงจำนวน 6 ห้อง และห้องตรวจอายุรกรรมผู้ป่วยนอกจำนวน 4 ห้อง เทียบกับวิธีวางจานอาหารเลี้ยงเชื้อ พบว่าในเวลาที่ใช้ดักจับเชื้อที่สั้นกว่า (30 วินาที และ 20 นาที) เครื่องดัดแปลงสามารถตรวจดักจับเชื้อราได้มากกว่าทั้งชนิดและจำนวนเชื้อเมื่อเทียบกับวิธีวางจานอาหารเลี้ยงเชื้อ (จุดที่ประตู: 100 และ 59 โคโลนี 10 และ 9 ชนิด, 124 และ 68 โคโลนี 11 และ 7 ชนิด, 91 และ 37 โคโลนี 8 และ 5 ชนิด ตามลำดับ และจุดข้างเตียง 139 และ 60 โคโลนี 11 และ 9 ชนิด, 128 และ 69 โคโลนี 10 และ 6 ชนิด, 97 และ 53 โคโลนี 9 และ 7 ชนิดตามลำดับ) นอกจากนี้ ยังสามารถตรวจพบเชื้อ *Penicillium marneffeii* ได้ถึง 4 จุด ด้วยการใช้เครื่องดัดแปลงซึ่งไม่สามารถ ตรวจพบได้ด้วยวิธีวางจานอาหารเลี้ยงเชื้อ ดังนั้นด้วยประสิทธิภาพของเครื่องดัดแปลงที่สามารถดักจับเชื้อในบรรยากาศ ได้ดีกว่าวิธีการวางจานอาหารเลี้ยงเชื้อแล้ว ยังได้ผลดีเทียบเคียงและมีราคาที่ย่อมเยากว่า (5,000 บาท) เครื่องดักจับเชื้อมาตรฐาน (120,000 บาท) ถึงกว่า 20 เท่า ซึ่งควรพิจารณาให้มีการพัฒนาถึงระดับการผลิตเชิงอุตสาหกรรม และนำไปใช้ดักจับเชื้อในบรรยากาศแทนวิธีการวางจานอาหารเลี้ยงเชื้อ ซึ่งเป็นวิธีที่ใช้อยู่โดยทั่วไปในปัจจุบัน วารสารเทคนิคการแพทย์เชียงใหม่ 2551; 41: 225-238.

คำรหัส: เครื่องดักจับเชื้อจุลชีพ จุลชีพในบรรยากาศ Modified Anderson Sampler

*ภาควิชาเทคนิคการแพทย์ คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Abstract: The Development of sample collector for detect microorganisms in the air

Bongkotwan Sutabhaha* Panatsakul Likianupab*

The small electric sweeper was modified by setting the petri dish holding with the front hole screw head and adjusted the suction speed equally to standard collector (Modified Anderson Sampler). The efficiency of the modified collector in collecting microorganism in the air was studied by collecting bacteria in clinical microbiology laboratory comparing to the standard collector. The result showed that modified collector could collect microorganism in almost the same number of colony count (32 and 35, 15 and 12, 5 and 5) on the same size of media surface (TSA: 38.5 cm²), the modified collector spent less time compared to the standard collector (10 and 30 second). The modified collector was tested in collecting fungi in the air at the clinical fungi laboratory for 10, 20 and 30 second using SDA as collected media plate (78.5 cm²), comparing to conventional method (opening the SDA plate for 20 minute). The result showed that at 30-second operation, the modified collector and collect 1.5 times (14 and 9 colonies) more fungi than opening plate technique and 3 times more species of fungi (6 and 2). The modified collector also spent the time (30 sec and 20 min) 40 times less than opening plate technique. The modified collector was also used to collect the fungi in the air in HIV patient room at Maharaj Nakorn Chiang Mai Hospital compared to opening plate technique. Six rooms of male general medical ward, 6 rooms of female general medical ward and 3 rooms of out patient general medical department were investigated compared to the opening plate technique. It was found that modified collector spent less time (30 sec and 20 min). The result showed that the modified collector could collect and detect more numbers and more species of fungi than opening plate technique (at door point 100 and 59 colonies, 10 and 9 species, 124 and 68 colonies, 11 and 7 species, 91 and 37 colonies and 8 and 5 species, respectively, at bedside 139 and 60 colonies, 11 and 9 species, 128 and 69 colonies, 10 and 6 species and, 97 and 53 colonies, 9 and 7 species, respectively. Moreover, it could detect *Penicillium marneffe* from 4 different places that could not be detected by opening plate technique. It could be concluded that the modified collector had the efficiency in collecting the microorganism in air better than opening plate method and the results were equally to the standard collector. Moreover, modified collector (5,000 Baht) was 20 times cheaper than the standard collector (120,000 Baht). The development should be studied and scaled up in industrial level to promote its efficiency in collecting the microorganism in air instead of expensive standard collector for the developing country. *Bull Chiang Mai Assoc Med Sci* 2008; 41: 225-238.

Keywords: airborne microorganism collector, airborne microorganisms, Modified Anderson Sampler

* Department of medical technology, Faculty of Associated Science, Chiang Mai University

บทนำ

ปัจจุบัน มลภาวะทางอากาศเป็นปัญหาสำคัญของสิ่งแวดล้อมที่มีผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์ สิ่งที่ทำให้เกิดมลภาวะที่เป็นพิษแบ่งได้เป็น 3 กลุ่มคือ มลภาวะทางกายภาพ มลภาวะทางเคมี และมลภาวะทางชีวภาพ การพิจารณาปัญหาส่วนใหญ่มักมุ่งเน้นไปที่ มลภาวะทางกายภาพและมลภาวะทางเคมี เพราะทั้งสองกลุ่มเห็นชัดเจนว่าทำให้คุณภาพชีวิตของประชากร และสภาพของสังคมด้อยลง แต่ในความเป็นจริงแล้ว มลภาวะทางชีวภาพที่เกิดจาก เชื้อรา แบคทีเรีย ไวรัส ที่ปนเปื้อนในอากาศ นับเป็นปัญหาใหญ่ที่มีผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์¹⁻³ โดยเฉพาะเชื้อราในธรรมชาติที่อาจกลายเป็นราฉวยโอกาสนำมาซึ่งการก่อให้เกิดโรคที่รุนแรงได้เช่นกัน

การเฝ้าระวังเพื่อควบคุมการแพร่กระจายของเชื้อ ด้วยการตรวจหาเชื้อจุลินทรีย์ในบรรยากาศโดยเฉพาะในพื้นที่ที่จำเป็นต้องควบคุมพิเศษ เช่น ห้องผ่าตัด ห้องทารกแรกคลอด ห้องผู้ป่วยที่มีความเสี่ยงต่อการติดเชื้อรวมถึงที่พัก แหล่งชุมชน จึงมีความสำคัญและจำเป็นที่จะต้องทำเพื่อควบคุมและลดจำนวนของเชื้อไม่ให้ก่ออันตรายขึ้นได้ การวางจานอาหารเลี้ยงเชื้อเพื่อตรวจหาเชื้อในบรรยากาศเป็นวิธีมาตรฐานที่ใช้กันทั่วไป แต่ในปัจจุบันได้มีการผลิตเครื่องดักจับเชื้อจุลินทรีย์ทางบรรยากาศซึ่งให้ผลดีกว่า โดยสามารถพบชนิดและปริมาณของเชื้อมากกว่าการวางจานอาหารเลี้ยงเชื้ออย่างชัดเจน แต่เนื่องจากเครื่องดักจับเชื้อดังกล่าวมีราคาที่สูงกว่าแพงและต้องนำเข้าจากต่างประเทศ⁴ การศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อดัดแปลงอุปกรณ์เครื่องดูดฝุ่นขนาดเล็กใช้ในการดักจับเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศให้มีประสิทธิภาพเทียบเท่ากับเครื่องดักจับเชื้อมาตรฐาน (Modified Anderson Sampler) และด้วยราคาที่ถูกลงกว่า

วัสดุอุปกรณ์

1. อาหารเลี้ยงเชื้อ (Trypticase soy agar, Sabouraud's dextrose agar) ในจานอาหารแก้วเพาะเลี้ยงเชื้อขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 10 เซนติเมตร (พื้นที่ 78.5 ซม²)
2. อาหารเลี้ยงเชื้อ (Trypticase soy agar) ในจาน

อาหารพลาสติกเพาะเลี้ยงเชื้อขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 เซนติเมตร (พื้นที่ 38.5 ซม²)

3. เครื่องดูดฝุ่นตรานกยูงขนาดเล็ก รุ่น BM-5051
4. เครื่องดักจับเชื้อมาตรฐาน : Modified Anderson Sampler (Nikken Bio-Medical Laboratory, Japan) รุ่น BAC 3 แรงดันไฟกระแสตรง 4 โวลต์ 50 ลิตรต่อนาที

วิธีการศึกษา

1. ดัดแปลงเครื่องดูดฝุ่นเพื่อใช้ในการดักจับเชื้อจุลินทรีย์ในบรรยากาศ

ก. *ปรับลักษณะของเครื่องดูดฝุ่นให้เป็นเครื่องดัดแปลงที่มีลักษณะและการใช้งานคล้ายกับเครื่องดักจับเชื้อมาตรฐาน (รูปที่ 1-3)*

- นำเครื่องดูดฝุ่นตรานกยูงรุ่น BM-5051 แรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ กำลังไฟฟ้า 500 วัตต์ มาดัดแปลงโดยถอดหน้ากากด้านหน้าและถุงเก็บผงออก
- กลึงเหล็กทำเป็นฐานขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 10 เซนติเมตรสำหรับวางจานอาหารเลี้ยงเชื้อ และกลึงเหล็กชุบโครเมียมทำเป็นฝาเกลียวเจาะรูปิดแทนหน้ากาก
- ติดปุ่มปรับความต้านทานไวต์ดัน ท้ายเครื่องเพื่อปรับความแรงของการดูดให้มีความแรงตามที่ต้องการ (รูปที่ 4)

ข. *ปรับความแรงของเครื่องดูดฝุ่นให้ได้เทียบเท่ากับเครื่องดักจับเชื้อมาตรฐาน โดยใช้ มานอมิเตอร์* (รูปที่ 5)*

- ทำกรวยกระดาษให้ด้านปากกรวย มีขนาดพอดีกับหัวดูดเครื่องดักจับเชื้อมาตรฐาน และด้านปลายกรวยให้มีรูขนาดพอดีกับท่อที่ต่อมาจากเครื่องวัดแล้วนำไปสวมต่อกับเครื่อง ฟันรอยต่อด้วยเทปกาวยึดสนิท
- ทดสอบประสิทธิภาพเครื่องวัดปริมาตรอากาศโดยใช้นิ้วปิดช่องทดสอบแรงดูดแล้วเปิดเครื่องดักจับเชื้อมาตรฐานเพื่อให้แน่ใจว่าเครื่องมีแรงดูดแล้วเปิดช่องทดสอบ สังเกตน้ำในมานอมิเตอร์ที่เปลี่ยนแปลง รอจนน้ำคงที่แล้วบันทึกผล
- ปรับระดับแรงดูดของเครื่องดูดอากาศที่ดัดแปลงให้เท่ากับเครื่องดักจับเชื้อมาตรฐาน ด้วย

การทำกรวยกระดาษให้ด้านปากกรวยตรงกับหัวดูดของเครื่องที่ดัดแปลง และตัดปลายกรวยให้ขนาดพอดีกับปากท่อของเครื่องวัด จากนั้นพันปลายทั้งสองด้านด้วยเทปกาวให้สนิท เปิดเครื่องวัดแล้วสังเกตระดับน้ำในมานอมิเตอร์ที่เปลี่ยนแปลง ค่อยๆ หมุนปุ่มปรับความต้านทานจนระดับน้ำในมานอมิเตอร์เท่ากับระดับน้ำที่วัดจากเครื่องดักจับเชื้อมาตรฐาน จะได้ระดับแรงดูดของเครื่องดัดแปลงเทียบเท่ากับเครื่องมาตรฐาน

- ทำเครื่องหมายบนปุ่มปรับให้ตรงกับบนตัวเครื่องเพื่อพร้อมนำไปใช้ในการทดลองต่อไป

หมายเหตุ * ตรวจวัดจากภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

2. ทดลองการดักจับเชื้อในบรรยากาศด้วยเครื่องดักจับเชื้อที่ดัดแปลงเปรียบเทียบกับเครื่องดักจับเชื้อมาตรฐาน

การทดลองที่ 1 เปรียบเทียบจำนวนเชื้อแบคทีเรีย (CFU/38.5 cm²) ในบรรยากาศห้องปฏิบัติการ จุลชีววิทยาคลินิก คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่ดักจับด้วยเครื่องดัดแปลงเครื่องมาตรฐาน ณ เวลาที่ต่างกัน

เครื่องมาตรฐาน เปิดหน้ากากเครื่องมาตรฐาน และเปิดฝาจานอาหารเพาะเลี้ยงเชื้อ (Trypticase soy agar: TSA) ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 เซนติเมตร (พื้นที่ 38.5 ซม²) วางบนแท่นภายในเครื่อง

- ปิดหน้ากาก นำเครื่องไปวางที่มุมด้านในของพื้นห้องเตรียมเชื้อแบคทีเรีย (ห้องที่ 1) แล้วกดสวิทช์เปิดเครื่องดูดอากาศนาน 10 วินาทีเพื่อดักจับเชื้อแบคทีเรีย

- นำจานเพาะเลี้ยงเชื้อไปบ่มที่ 37 °C นาน 24 ชั่วโมง แล้วนำมานับจำนวนโคโลนี

- ทำซ้ำวิธีเดิมแต่เปลี่ยนเวลาเปิดเครื่องนาน 20 และ 30 วินาทีตามลำดับ

เครื่องดัดแปลง

- นำเครื่องดัดแปลง มาดักจับเชื้อด้วยวิธีการเดียวกับการใช้เครื่องมาตรฐาน โดยใช้จานอาหารเพาะเลี้ยงเชื้อ TSA เส้นผ่าศูนย์กลาง 10 เซนติเมตร (พื้นที่

78.5 ซม²)

เก็บเชื้อซ้ำในห้องเตรียมเชื้อรา (ห้องที่ 2) และห้องเตรียมเชื้อไวรัส (ห้องที่ 3) ด้วยวิธีเดิมที่กล่าวมาข้างต้น นับจำนวนโคโลนีของเชื้อแบคทีเรียที่ดักจับโดยเครื่องดัดแปลงในเวลาที่ใช้ในการเปิดเครื่องต่างกัน เพื่อดูประสิทธิภาพในการดักจับเชื้อของเครื่องดัดแปลงเปรียบเทียบกับการใช้เครื่องมาตรฐานในพื้นที่ของอาหารเพาะเลี้ยงเชื้อที่เท่ากัน (38.5 ซม²)

การทดลองที่ 2 เปรียบเทียบจำนวนและชนิดของเชื้อรา (CFU/78.5 ซม²) ในบรรยากาศห้องปฏิบัติการเชื้อรา โรงพยาบาลมหาราชนครเชียงใหม่ ที่ดักจับด้วยเครื่องดัดแปลง กับวิธีการวางจานอาหารเลี้ยงเชื้อ ณ เวลาที่ใช้ต่างกัน

- ดำเนินการดักจับเชื้อราด้วยเครื่องดัดแปลง ณ เวลาที่ 10, 20, 30 วินาที โดยวิธีการเดียวกับการทดลองที่ 1 โดยใช้ Sabouraud's dextrose agar (SDA) เป็นอาหารสำหรับเพาะเลี้ยงเชื้อรา

- เปรียบเทียบกับวิธีวางจานอาหารเลี้ยงเชื้อ (Sedimentary method) โดยเปิดฝาจานอาหารเพาะเลี้ยง SDA บนพื้นห้อง ณ บริเวณเดียวกับที่เปิดเครื่องดักจับเชื้อรา นาน 20 นาที

- ปิดฝาจานอาหารเพาะเลี้ยงเชื้อนำไปบ่มเพาะเลี้ยงเชื้อที่ 25 °C เป็นเวลา 7 วัน ก่อนนำมานับจำนวนและพิสูจน์ชนิดของเชื้อ

3. ทดลองใช้เครื่องดัดแปลงเพื่อดักจับเชื้อราในบรรยากาศเปรียบเทียบกับวิธีวางจานอาหารเลี้ยงเชื้อ ณ ห้องผู้ป่วยอายุรกรรมที่มีผู้ป่วยติดเชื้อ HIV

การทดลองที่ 3 เปรียบเทียบจำนวนและชนิดของเชื้อรา (CFU/ 78.5 ซม²) ในบรรยากาศห้องพักรักษาผู้ป่วยอายุรกรรมหญิง โรงพยาบาลมหาราชนครเชียงใหม่ ที่ดักจับด้วยเครื่องดัดแปลง (30 วินาที) กับวิธีวางจานอาหารเลี้ยงเชื้อ (20 นาที)

- ดำเนินการดักจับเชื้อราในบรรยากาศภายในหอผู้ป่วยอายุรกรรมหญิง ที่มี ผู้ป่วยติดเชื้อ HIV จำนวน 6 ห้อง ด้วยเครื่องดัดแปลง ใช้เวลา 30 วินาทีในการเก็บแต่ละตัวอย่าง โดยวางเครื่องบนพื้นบริเวณประตูทางเข้า

ห้องผู้ป่วยห้องละหนึ่งจุด และวางข้างเตียงในระดับเดียวกับเตียงผู้ป่วยอีกห้องละหนึ่งจุด

- วางจานอาหารเลี้ยงเชื้อ ณ บริเวณเดียวกับการวางเครื่องดัดแปลง โดยเปิดฝาจานอาหาร SDA ไว้นาน 20 นาที

- การเพาะเลี้ยง นับจำนวนเชื้อตรวจและตรวจพิสูจน์ ดำเนินการเหมือนการทดลองที่ 2

การทดลองที่ 4 เปรียบเทียบจำนวนและชนิดของเชื้อรา (CFU/78.5 ซม²) ในบรรยากาศหอผู้ป่วยอายุรกรรมชาย โรงพยาบาลมหาราชนครเชียงใหม่ ที่ดักจับด้วยเครื่องดัดแปลง (30 วินาที) กับวิธีวางจานอาหารเลี้ยงเชื้อ (20 นาที)

- ห้องที่ใช้ดักจับเชื้อเป็นห้องที่มีผู้ป่วยติดเชื้อ HIV จำนวน 6 ห้อง

- ดำเนินการทดลองวิธีเดียวกับการทดลองที่ 3

การทดลองที่ 5 เปรียบเทียบจำนวนและชนิดของเชื้อรา (CFU/ 78.5 ซม²) ในบรรยากาศห้องตรวจผู้ป่วยนอก (OPD) แผนกอายุรกรรม โรงพยาบาลมหาราชนครเชียงใหม่ ที่ดักจับด้วยเครื่องดัดแปลง (30 วินาที) กับวิธีวางจานอาหารเลี้ยงเชื้อ (20 นาที)

- ห้องที่ใช้ดักจับเชื้อเป็นห้องที่มีผู้ป่วยติดเชื้อ HIV จำนวน 4 ห้อง

- ดำเนินการทดลองวิธีเดียวกับการทดลองที่ 3

ผลการศึกษา

เครื่องดักจับเชื้อดัดแปลงจากเครื่องดูดฝุ่นขนาดเล็กที่มีการปรับขนาดแรงดูดให้ได้เทียบเท่ากับเครื่องดักจับเชื้อมาตรฐาน เมื่อนำมาใช้งานเพื่อดักจับเชื้อแบคทีเรียในบรรยากาศห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยาคลินิก

คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ 3 ห้องพบว่าสามารถดักจับได้จำนวนของเชื้อใกล้เคียงกับการดักจับด้วยเครื่องมาตรฐาน (32 และ 35, 15 และ 12, 5 และ 5 ตามลำดับ) ในพื้นที่ของอาหารเพาะเลี้ยงเชื้อที่เท่ากัน (CFU/38.5 ซม²) แต่สามารถใช้เวลาในการเปิดเครื่องเพื่อดักจับเชื้อน้อยกว่า (10 และ 30 วินาที) ดังตารางที่ 1

เมื่อนำเครื่องดัดแปลงไปดักจับเชื้อราในบรรยากาศห้องปฏิบัติการเชื้อรา หน่วยปฏิบัติการกลาง โรงพยาบาลมหาราชนครเชียงใหม่ เพื่อสำรวจหาจำนวนและชนิดของเชื้อใน เวลาที่ใช้ในการเปิดเครื่องต่างกัน (10, 20 และ 30 วินาที) เปรียบเทียบกับวิธีเปิดฝาวางจานอาหารเลี้ยงเชื้อ (20 นาที) พบว่าเครื่องดัดแปลงที่เปิดเครื่องไว้นาน 30 วินาที สามารถดักจับได้จำนวนและชนิดของเชื้อมากกว่าการวางจานอาหารเลี้ยงเชื้อ (32 และ 19 โคโลนี, 7 และ 3 ชนิดตามลำดับ) ดังตารางที่ 2

จากผลการทดลองหาเวลาที่เหมาะสมในการเปิดเครื่องดัดแปลง (30 วินาที) เมื่อนำไปเปิดดูดอากาศเพื่อสำรวจหาเชื้อราในบรรยากาศ หอผู้ป่วยแผนกอายุรกรรมหญิง และอายุรกรรมชาย โรงพยาบาลมหาราชนครเชียงใหม่ และห้องตรวจผู้ป่วยนอกแผนกอายุรกรรม เปรียบเทียบกับวิธีเปิดฝาวางจานอาหารเลี้ยงเชื้อ (20 นาที) ณ จุดเดียวกัน พบว่าการใช้เครื่องดัดแปลง สามารถดักจับได้จำนวนและชนิดของเชื้อรามากกว่าการวางจานอาหารเลี้ยงเชื้อเป็นส่วนใหญ่ และการใช้เครื่องยังสามารถตรวจพบเชื้อ *Penicillium marneffeii* ได้ถึง 4 จุดในหอผู้ป่วยอายุรกรรม (ข้างเตียงอายุรกรรมหญิง 1 จุด อายุรกรรมชาย 2 จุด และบริเวณประตูห้องอายุรกรรมชาย 1 จุด) ดังตารางที่ 3, 4 และ 5



รูปที่ 1 ลักษณะเครื่องดูดฝุ่นที่ดัดแปลงหน้ากากเป็นฝาเกลียวเหล็กเจาะรู ชุบโครเมียม และทำแท่นวางจานอาหารเลี้ยงเชื้อ



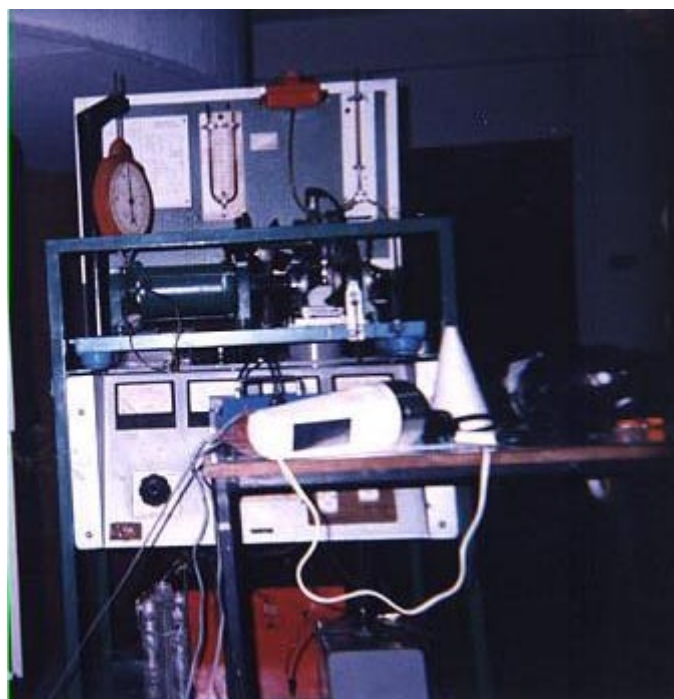
รูปที่ 2 ลักษณะเครื่องดักจับเชื้อในบรรยากาศ (Modified Anderson Sampler) แสดงหน้ากากฝาเกลียวและแท่นวางจานอาหารเลี้ยงเชื้อ



รูปที่ 3 เปรียบเทียบลักษณะและขนาดของเครื่องดัดแปลงกับเครื่องดักจับเชื้อในบรรยากาศ (Modified Anderson Sampler)



รูปที่ 4 เครื่องดูดฝุ่นที่ติดปั๊มท้ายเครื่องเพื่อปรับแรงดูดปริมาตรอากาศ ให้ได้เทียบเท่าเครื่องดักจับเชื้อในบรรยากาศ (Modified Anderson Sampler)



รูปที่ 5 เครื่องวัดปริมาณอากาศ

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบจำนวนเชื้อแบคทีเรีย (CFU/38.5 ซม²) ในบรรยากาศห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยาคลินิก คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่ดักจับด้วยเครื่องดัดแปลงกับดักจับด้วยเครื่องดักจับเชื้อมาตรฐาน (Modified Anderson Sampler) ณ เวลาที่ใช้ต่างกัน

เวลาที่ใช้ (วินาที)	จำนวนแบคทีเรีย (โคโลนี)					
	ห้องปฏิบัติการแบคทีเรีย		ห้องปฏิบัติการเชื้อรา		ห้องปฏิบัติการไวรัส	
	เครื่อง มาตรฐาน	เครื่อง ดัดแปลง	เครื่อง มาตรฐาน	เครื่อง ดัดแปลง	เครื่อง มาตรฐาน	เครื่อง ดัดแปลง
0	0	0	0	0	0	0
10	4	32	7	15	1	5
20	22	41	11	20	3	6
30	35	50	12	26	5	8

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบจำนวนและชนิดของเชื้อรา (CFU/78.5 ซม.) ในบรรยากาศห้องปฏิบัติการเชื้อรา หน่วยปฏิบัติการกลาง โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่ตกกับด้วยเครื่องดัดแปลง กับวิธีวางจานอาหารเลี้ยงเชื้อ (SDA) ณ เวลาที่ใช้ต่างกัน

วิธีดักจับเชื้อ	เวลา (วินาที)	จำนวนเชื้อรา (โคโลนี)									รวม	
		A. fla.	A. nlg.	Pen. sp.	Fus. sp.	Cla. sp.	Muc. sp.	Can. sp.	Rho. sp.	Unid.	จำนวน โคโลนี	จำนวน ชนิด
ใช้เครื่อง	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	10	0	0	0	0	2	2	0	0	2	6	3
	20	2	4	4	0	2	0	0	0	2	14	5
	30	0	4	6	2	8	0	4	2	6	32	7
วางจานอาหารเลี้ยงเชื้อ	20 นาที	0	6	0	0	1	0	6	0	0	13	3

A. fla = *Aspergillus flavus*A. nig = *Aspergillus niger*Pen. sp. = *Penicillium* sp.Fus. sp. = *Fusarium* sp.Cla. sp. = *Cladosporium* sp.Muc. sp. = *Mucor* sp.Can. sp. = *Candida* sp.Rho. Sp. = *Rhodotorula* sp.

Unid. = Unidentified

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบจำนวนและชนิดของเชื้อรา (CFU/78.5 ซม²) ในบรรยากาศห้องผู้ป่วยอายุกรรมหญิง โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่ติดกับด้วยเครื่องตัดแปลง (30 วินาที) กับวิธีวางจานอาหารเลี้ยงเชื้อ (20 นาที)

		จำนวนเชื้อรา (โคโลนี)										รวม		
ตำแหน่ง	วิธีดักจับเชื้อ	A. fla.	A. nlg.	Pen. sp.	Fus. sp.	Cla. sp.	Cur. sp.	Mon. sp.	Rhi. sp.	Yst.	P. mar.	Unid.	จำนวนโคโลนี	จำนวนชนิด
ประตู (6 จุด)	ใช้เครื่องวางจาน	3	5	14	19	5	33	5	1	14	0	1	100	10
		0	3	7	14	4	9	5	1	14	0	2	59	9
ข้างเตียง (6 จุด)	ใช้เครื่องวางจาน	6	9	17	25	13	37	13	4	13	1	1	139	11
		4	0	14	14	3	10	9	2	3	0	1	60	9

A. fla = *Aspergillus flavus*

P. mar. = *Penicillium mamefei*

A. nig = *Aspergillus niger*

Yst. = Yeast

Fus. sp. = *Fusarium* sp.

Cla. sp. = *Cladosporium* sp.

Rhi. sp. = *Rhizopus* sp.

Unid. = Unidentified

Mon. sp. = *Monilia* sp.

Pen. sp. = *Penicillium* sp.

Cur. sp. = *Curvularia* sp.

ตารางที่ 4 เปรียบเทียบจำนวนและชนิดของเชื้อรา (CFU/78 ชม.) ในบรรยากาศห้องผู้ป่วยอายุกรรมชาย โรงพยาบาลสมทรวงศ์เชียงใหม่ ที่ักจับด้วยเครื่องดัดแปลงฯ (30 วินาที) กับวิธีวางจานอาหารเลี้ยงเชื้อ (20 นาที)

		จำนวนเชื้อรา (โคโลนี)											รวม	
ตำแหน่ง	วิธีดักจับเชื้อ	A. fla.	A. nig.	Pen. sp.	Fus. sp.	Cla. sp.	Cur. sp.	Mon. sp.	Rhi. sp.	Yst.	P. mar.	Unid.	จำนวนโคโลนี	จำนวนชนิด
ประตู (6 จุด)	ใช้เครื่องวางจาน	2	11	8	21	6	41	12	4	17	1	1	124	11
		0	6	5	10	3	26	10	1	10	0	0	71	8
ข้างเตียง (6 จุด)	ใช้เครื่องวางจาน	4	2	10	16	11	50	15	4	14	2	0	128	10
		0	0	7	10	5	24	13	0	10	0	0	69	6

A. fla = *Aspergillus flavus*Fus. sp. = *Fusarium* sp.Mon. sp. = *Monilia* sp.P. mar. = *Penicillium mamefei*Cla. sp. = *Cladosporium* sp.Pen. sp. = *Penicillium* sp.A. nig = *Aspergillus niger*Rhi. sp. = *Rhizopus* sp.Cur. sp. = *Curvularia* sp.

Yst. = Yeast

Unid. = Unidentified

ตารางที่ 5 เปรียบเทียบจำนวนและชนิดของเชื้อรา (CFU/78.5 ซม.) ในบรรยากาศห้องตรวจผู้ป่วยนอกแผนกอายุรกรรม โรงพยาบาลสมทรวงศ์เชียงใหม่ ที่ดักจับด้วยเครื่องดัดแปลง (30 วินาที) กับวิธีวางจานอาหารเลี้ยงเชื้อ (20 นาที)

		จำนวนเชื้อรา (โคโลนี)										รวม		
ตำแหน่ง	วิธีดักจับเชื้อ	A. fla.	A. nlg.	Pen. sp.	Fus. sp.	Cla. sp.	Cur. sp.	Mon. sp.	Rhi. sp.	Yst.	P. mar.	Unid.	จำนวน โคโลนี	จำนวน ชนิด
ประตู	ใช้เครื่องวางจาน	2	5	5	0	22	23	11	2	21	0	0	91	8
		0	0	2	0	16	2	5	0	12	0	0	37	5
ข้างเตียง	ใช้เครื่องวางจาน	1	4	5	9	34	10	8	3	23	0	0	97	9
		0	0	2	5	14	7	2	2	21	0	0	53	7

A. fla = *Aspergillus flavus*

P. mar. = *Penicillium mameffei*

A. nig = *Aspergillus niger*

Yst. = Yeast

Fus. sp. = *Fusarium* sp.

Cla. sp. = *Cladosporium* sp.

Rhi. sp. = *Rhizopus* sp.

Unid. = Unidentified

Mon. sp. = *Monilia* sp.

Pen. sp. = *Penicillium* sp.

Cur. sp. = *Curvularia* sp.

อภิปรายผล

การวางจานอาหารเลี้ยงเชื้อด้วยการเปิดฝาไว้นาน 20 นาทีเป็นวิธีการดักจับเชื้อแบคทีเรียหรือเชื้อราในบรรยากาศที่ใช้ปฏิบัติกันทั่วไป แต่ในปัจจุบันได้มีการผลิตเครื่องดักจับเชื้อในบรรยากาศซึ่งมีประสิทธิภาพที่ดีกว่าเนื่องจากใช้เวลาดักจับเชื้อที่สั้นแต่ได้จำนวนและชนิดของเชื้อมากกว่า อย่างไรก็ตามเครื่องดังกล่าวต้องนำเข้าจากต่างประเทศด้วยราคาที่ค่อนข้างแพง และปัญหาที่สำคัญที่สุดคืออาหารเลี้ยงเชื้อจำเป็นต้องส่งซื้อในรูปอาหารสำเร็จรูปในจานพลาสติก ทั้งนี้เนื่องจากแท่นที่วางจานอาหารเลี้ยงเชื้อมีขนาดเล็ก (เส้นผ่าศูนย์กลาง 5 ซม, พื้นที่ 38.5 ซม²) ไม่พอดีกับจานแก้วที่มีใช้ในห้องปฏิบัติการทั่วไป (เส้นผ่าศูนย์กลาง 10 ซม, พื้นที่ 78.5 ซม²) ผู้ทดลองจึงได้พยายามดัดแปลงเครื่องมือที่มีคุณลักษณะคล้ายเครื่องดักจับเชื้อดังกล่าว ด้วยการดัดแปลงเครื่องดูดฝุ่นขนาดเล็กหัวได้ และมีขนาดใกล้เคียงกัน โดยการแกะหน้ากากออกแล้วกลึงเหล็กชุบโครเมียมทำเป็นฝาเกลียวเจาะรูเพื่อให้อากาศผ่านเข้าได้ และทำแท่นวางจานอาหารเลี้ยงเชื้อให้มีขนาดพอดีกับขนาดของจานแก้ว (เส้นผ่าศูนย์กลาง 10 ซม, พื้นที่ 78.5 ซม²) ที่ใช้ประจำในห้องปฏิบัติการ หลังจากนั้นปรับแรงดูดอากาศของเครื่องให้เท่ากับแรงดูดของเครื่องดักจับเชื้อด้วยเครื่องวัดปริมาณอากาศซึ่งผลิตโดยภาควิศวกรรมการเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จนได้รูปร่างของเครื่อง และมีคุณลักษณะเหมาะสมต่อการใช้งาน คล้ายเครื่องดักจับเชื้อในบรรยากาศซึ่งเรียกในที่นี้ว่าเครื่องดักจับเชื้อมาตรฐาน

การทดสอบเครื่องดัดแปลงเพื่อเทียบประสิทธิภาพการใช้งานกับเครื่องดักจับเชื้อมาตรฐานได้เลือกดักจับเชื้อแบคทีเรีย เพราะสามารถเจริญให้เห็นผลการเพาะเลี้ยงภายในเวลา 24 ชั่วโมง ซึ่งไวกว่าการเพาะเลี้ยงเชื้อราที่ต้องใช้เวลาอย่างน้อย 5-7 วัน สำหรับการนับจำนวนเชื้อที่ดักจับด้วยเครื่องทั้งสองได้ใช้การนับเทียบในพื้นที่ของอาหารเลี้ยงเชื้อที่เท่ากัน (38.5 ซม²) ซึ่งเป็นขนาดพื้นที่จานอาหารเลี้ยงเชื้อของเครื่องดักจับเชื้อมาตรฐาน (Modified Anderson Sampler) ผลการทดสอบ พบว่าเชื้อที่ดักจับได้ในจำนวนใกล้เคียงกันในพื้นที่ที่เท่ากันนั้น เครื่องดัดแปลงใช้เวลาในการเปิด

เครื่องน้อยกว่าเครื่องดักจับเชื้อมาตรฐานถึง 3 เท่า (10 และ 30 วินาที ตารางที่ 1) เมื่อนำผลการใช้เครื่องดัดแปลงดังกล่าว มาทดลองดักจับเชื้อราในบรรยากาศเปรียบเทียบ กับวิธีวางจานอาหารเลี้ยงเชื้อ ด้วยการเพิ่มเวลาเปิดเครื่องจาก 10 วินาที เป็น 20 และ 30 วินาที บนพื้นที่ผิวหน้าจานอาหารเลี้ยงเชื้อที่เท่ากัน (เส้นผ่าศูนย์กลาง 10 ซม, พื้นที่ 78.5 ซม²) พบว่าเมื่อเปิดเครื่องไว้นาน 30 วินาที สามารถตรวจพบทั้งจำนวนและชนิดของเชื้อรา⁵⁻⁹ มากกว่าวิธีการวางจานอาหารเลี้ยงเชื้ออย่างชัดเจน (ตารางที่ 2) ผู้ทดลอง จึงได้เลือกใช้เวลาเปิดเครื่องดัดแปลง 30 วินาที มาใช้ทดลองดักจับเชื้อราในบรรยากาศของห้องที่มีผู้ป่วยติดเชื้อ HIV ทั้งนี้คาดว่าผู้ป่วยเหล่านี้หากติดเชื้อราฉวยโอกาส โดยเฉพาะเชื้อ *Penicillium marneffeii* อาจแพร่กระจายเชื้อสู่บรรยากาศจนก่ออันตรายให้กับผู้ใกล้ชิด เช่น ญาติ หรือบุคลากรทางการแพทย์ได้ โดยการทดลองได้เปรียบเทียบกับวิธีดักจับเชื้อด้วยการวางจานอาหารเลี้ยงเชื้อ (20 นาที) ผลพบว่าการดักจับเชื้อราด้วยเครื่องดัดแปลงสามารถตรวจพบเชื้อ *Penicillium marneffeii* ได้ถึง 4 จุด ซึ่งวิธีวางจานอาหารเลี้ยงเชื้อไม่สามารถตรวจพบเชื้อดังกล่าวได้ (ตารางที่ 3-5) ดังนั้นการตรวจค้นหาเชื้อราในบรรยากาศด้วยเครื่องดัดแปลงจึงเหมาะสมที่จะนำไปใช้ประโยชน์ในการตรวจวัดระดับความหนาแน่นของจำนวนและชนิดของแบคทีเรีย และเชื้อราในพื้นที่ที่ต้องการ ตลอดจนตรวจหาเชื้อราฉวยโอกาสที่อาจแพร่กระจายจากผู้ป่วยติดเชื้อสู่บรรยากาศเพื่อใช้เป็นแนวทางในการเฝ้าระวังและหาวิธีการป้องกันต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณรองศาสตราจารย์ ดร.ไมตรี สุทธิจิตต์ อดีตอาจารย์ประจำภาควิชาชีวเคมี คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ที่กรุณาให้ยืมเครื่องดักจับเชื้อ (Modified Anderson Sampler) คุณสุดใจ ปาวิชัย เจ้าหน้าที่ประจำภาควิชาเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ที่ให้คำแนะนำ ช่วยเหลือในการดัดแปลงเครื่องทดลองดักจับเชื้อ และอาจารย์อนุสาร เพิ่มสุวรรณ อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่ให้คำแนะนำและยืมเครื่องมือวัดปริมาณอากาศ

เอกสารอ้างอิง

1. นงนุช วณิดยธนาคม วิทยาการเชื้อราการแพทย์ พิมพ์ที่โรงพิมพ์ พี.บี. ฟอเรน บุ๊คส์ เซ็นเตอร์ 2540, 147-72.
2. RP.Wenzel. Prevention and control of nosocomial infection. Baltimore: Willium and Wilkins, 1993: 152-3.
3. Theodore CE. Airborn nosocomial infection: A contemporary prospective. 1994. Oct: 15 (10): 663-72.
4. Ajello L and Hay RJ. Laboratory diagnosis. Medical Mycology, 9th edition. Co-published in the USA by Oxford University Press, Inc., New York, 1998, pp. 75-87.
5. Anderson AA. New sampler for the collection, sizing and enumeration of viable airborne particles. J .Bacteriol. 1958.76:471-84.
6. Fisher F and Cook NB. Fundamentals of diagnostic mycology. W.B. Saunder Company, Philadelphia, 1998.
7. Larone,DH. Medically important fungi. Fourth edition. ASM Press, Washington, DC, 2002.
8. Murray PR, Baron EJ, Pfaller MA, Jorgensen JH and Tenover FC. *Candida, Cryptococcus, and other yeasts of medical importance*. Manual of Clinical Microbiology, 8th edition. ASM Press, Washington, DC, 2003. pp. 1693-711.
9. Rippon JW. Medical Mycology, The pathogenic fungi and the pathogenic actinomycetes. 3rd edition. W.B. Saunders Company, Philadelphia. 1988.