ชนิดและปริมาณแบคทีเรียและราที่เกิดจากการบำบัดน้ำเสียด้วยระบบ Activated Sludge ของโรงพยาบาลในจังหวัดอุดรธานี

Type and Quantity of Bacteria and Fungi in Ambient Air Emission from Activated Sludge Treatment Plant of Hospital in Udonthani Province

เพ็ญแข สุระเสนา (Penkhae Surasena)* กาญจนา นาถะพินธุ (Ganjana Nathapindhu)**

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงวิเคราะห์ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาชนิดและปริมาณของเชื้อแบคทีเรียและเชื้อราที่เกิดจากการบำบัดน้ำเสียด้วยระบบ activated sludge ของโรงพยาบาลโดยเก็บตัวอย่างอากาศจากบริเวณใกล้เคียงระบบบำบัดน้ำเสีย เก็บตัวอย่างจาก 3 โรงพยาบาล ที่มีขนาดแตกต่างกัน ด้วยเครื่องมือ 2 ชนิด คือ Andersen six stages และ open plate พบชนิดของเชื้อจุลินทรีย์ในการเก็บตัวอย่าง ณ จุดเก็บตัวอย่างบริเวณใกล้กับระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลชุมชนขนาด 30 เตียง และโรงพยาบาลชุมชนขนาด 120 เตียง ที่เหมือนกันคือ พบเชื้อแบคทีเรีย 2 ชนิด คือ *Staphylococcus* และ *Bacillus* โรงพยาบาลขนาดมากกว่า 500 เตียง พบเชื้อแบคทีเรีย 6 ชนิดคือ *Bacillus*, *Staphylococcus*, *Bacterium multivorum*, *Escherichia coli* *Pseudomonas aeruginosa* และ *Streptococcus* ทุกโรงพยาบาลที่ทำการศึกษาพบเชื้อรา 3 ชนิดเหมือนกัน คือ *Cladosporium*, *Aspergillus* และ *Fusarium* ส่วนชนิดของเชื้อแบคทีเรียและเชื้อราจากการเก็บตัวอย่างโดย Anderson 6 stages ชนิดของแบคทีเรียที่พบมากที่สุดเหมือนกันทั้ง 3 โรงพยาบาล คือ *Bacillus* โดยในโรงพยาบาลชุมชนขนาด 30 เตียง โรงพยาบาลชุมชนขนาด 120 เตียง และโรงพยาบาลขนาดมากกว่า 500 เตียง พบ 170 CFU/m^3, 332 CFU/m^3 และ 318 CFU/m^3 ตามลำดับ ชนิดของเชื้อราที่พบมากที่สุดเหมือนกันทั้งสามโรงพยาบาล คือ *Cladosporium* โดยในโรงพยาบาลชุมชนขนาด 30 เตียง โรงพยาบาลชุมชนขนาด 120 เตียง และโรงพยาบาลขนาดมากกว่า 500 เตียง พบ 18.78 CFU/m^3, 22.22 CFU/m^3 และ 57.33 CFU/m^3 ตามลำดับ

ABSTRACT

The research was an analytical study about types and quantity of microorganisms emission from activated sludge treatment plant from 3 hospitals in Udonthani Province. Bacteria and fungi in the air near the activated sludge treatment plant were sampled from 3 hospitals in Udonthani Province using two sampler : Anderson six stages and open plate. Two types of bacteria *Bacillus* and *Staphylococcus* were

* มหาบัณฑิต หลักสูตรสาธารณสุขศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาอนามัยสิ่งแวดล้อม คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
** รองศาสตราจารย์ ภาควิชาอนามัยสิ่งแวดล้อม คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

found in small and medium hospitals. Six types of bacteria were found in a large hospital *Bacillus*, *Staphylococcus*, *Flavobacterium multivorum*, *E.coli*, *P.aeruginosa* and *Streptococcus*. Three types of fungi *Cladosporium*, *Aspergillus* and *Fusarium* were found in small, medium and large hospitals. Measuring by Andersen six stages, the most type of bacteria found in all studied hospitals were *Bacillus*, 170 CFU/m^3, 332 CFU/m^3 and 318 CFU/m^3 in small, medium and large hospital, respectively. For fungi *Cladosporium* were the most fungi found in small, medium and large hospital at the number of 18.78 CFU/m^3, 22.22 CFU/m^3 and 57.33 CFU/m^3, respectively.

คำสำคัญ : ละอองจุลชีพ การเติมอากาศ เชื้อโรคในน้ำเสีย

Key Words : Bioaerosols, Aeration, Pathogen in waste water

บทนำ

โดยทั่วไปจุลินทรีย์ที่แขวนลอยในอากาศในรูปของละอองอากาศเกิดขึ้นได้เองโดยขบวนการตามธรรมชาติ เช่น เกิดในมหาสมุทรจากคลื่น และเกิดบนพื้นดินจากการพัดพาของลมจากกองเศษพืชที่เน่าเสีย จุลินทรีย์ที่อยู่ในละอองอากาศสามารถถูกพัดไปในได้ระยะไกล แต่ในบางครั้งพบว่าจุลินทรีย์ที่แขวนลอยในอากาศในรูปของละอองอากาศ ก็เกิดจากการกระทำของมนุษย์ มีรายงานการศึกษาพบว่าจุลินทรีย์ที่แขวนลอยในอากาศในรูปของละอองอากาศอาจเกิดจากกระบวนการบำบัดน้ำเสีย การฝังกลบขยะ (Sanitary landfills) การหมักทำปุ๋ย เป็น มีการศึกษาที่แสดงให้เห็นว่าระบบบำบัดน้ำเสียเป็นแหล่งแพร่กระจายเชื้อโรคในรูปของละอองอากาศ (Microbial aerosol) ซึ่งอาจเกิดจากกระบวนการทำงานในขั้นตอนต่าง ๆ ของการบำบัดน้ำเสีย ซึ่งเกิดจากการแตกตัวกลายเป็นละอองน้ำของบริเวณผิวน้ำโดยเฉพาะอย่างยิ่งในระบบที่มีการเติมอากาศ หรือการโปรยน้ำ จากการศึกษาของ Kruczalak (2004) ถึงชนิดของแบคทีเรียที่พบในระบบบำบัดน้ำเสีย แบบ Activated Sludge พบว่าในขณะที่มีการเดินระบบบำบัดน้ำเสีย พบจำนวนชนิดของแบคทีเรียแตกต่างจากขณะที่ไม่เดินเครื่อง โดยพบว่าขณะเดินเครื่องพบแบคทีเรียทั้งหมด 11 ชนิด และขณะพักเครื่องพักเครื่องพบเพียง 5 ชนิด จากงานวิจัยของ Styliani Karra and Eleftheri (2006) ได้ทำการศึกษาชนิดและปริมาณของแบคทีเรียในแต่ละขั้นตอนของการบำบัดน้ำเสีย พบว่าในขั้นตอนการกำจัดตะกอนหนัก (grit removal) ก่อนที่จะทำการบำบัดมีปริมาณแบคทีเรียในรูปละอองแบคทีเรียสูงที่สุด ส่วน Kruczalak, Olanczuk – Neyman (2004) ศึกษาพบว่าปริมาณแบคทีเรียในรูปละอองอากาศพบมากที่สุดในบริเวณ ถังหมุนเวียนตะกอนและลานตากตะกอนมีปริมาณมากที่สุด

แหล่งกำเนิดน้ำเสียที่มาจากโรงพยาบาล และสถานพยาบาล ซึ่งเป็นกลุ่มผู้บริโภคที่ทำให้เกิดเป็นน้ำเสียที่มีความสกปรกสูง และกลุ่มผู้บริโภคนี้จะผลิตน้ำเสียที่มีลักษณะแตกต่างจากน้ำเสียชุมชนทั่วไป เพราะในน้ำเสียที่มาจากโรงพยาบาลและสถานพยาบาลนั้น มีปริมาณของเชื้อโรคปนเปื้อนอยู่มาก เกี่ยวกับเรื่องนี้ Kannikar and Paktarrawimol (1989) ได้รายงานไว้ว่า น้ำเสียของโรงพยาบาลมีลักษณะคล้ายกับน้ำเสียจากอาคารบ้านเรือน จะแตกต่างกันในส่วนที่น้ำเสียของโรงพยาบาลนั้นมีเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค (Pathogenic Microorganism) ทั้งปริมาณและชนิดมากกว่าน้ำเสียจากอาคารบ้านเรือนซึ่งพบแบคทีเรียทั้งหมดในน้ำทิ้งนั้นมีสูงถึง 10^9 ตัวต่อปริมาณน้ำทิ้ง 100 มิลลิลิตร ในขณะที่ปริมาณแบคทีเรียบ่งชี้ความสะอาดของน้ำคือ โคลิฟอร์มและฟีคัลโคลิฟอร์มก็พบในน้ำทิ้งนั้นมีปริมาณถึง 10^7 ตัวต่อปริมาตรน้ำทิ้ง 100 มิลลิลิตร ดังนั้นในขบวนการบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลจึงเป็นไปได้ว่าจะเป็นแหล่งที่ก่อให้เกิดละอองอากาศที่มีเชื้อก่อโรคที่เป็นอันตรายต่อคน

ที่ทำงานอยู่ในระบบบำบัดน้ำเสียหรือคนที่อาศัยอยู่ในชุมชนใกล้เคียง มีการศึกษาเกี่ยวกับสุขภาพของคนงานที่ทำงานในระบบบำบัดน้ำเสีย ซึ่งป่วยจากการติดเชื้อไวรัสจากระบบบำบัดน้ำเสีย ที่เรียกว่า Sewage worker's syndrome (Rylander et al. 1976 ; Fannin et al.1985) คือรู้สึกไม่สบาย มีไข้ อาการอ่อนเพลีย นอกจากนี้ยังมีการศึกษาที่แสดงให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างละอองอากาศในบริเวณระบบบำบัดน้ำเสีย ซึ่งทำให้คนงานในระบบบำบัดน้ำเสียและคนที่อยู่ใกล้โรงงาน เกิดโรคทางเดินระบบหายใจ และโรคทางเดินระบบอาหาร ซึ่งเชื้อไวรัสที่ก่อให้เกิดโรคมีลักษณะเช่นเดียวกับที่พบในอากาศรอบบริเวณระบบบำบัดน้ำเสีย (Clak 1987; Pros and Boutin 1989; Heang et al. 1994)

ดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้ต้องการศึกษาชนิดและปริมาณของเชื้อแบคทีเรียและเชื้อราในรูปละอองอากาศรอบระบบบำบัดน้ำเสียแบบ Activated Sludge เพื่อประเมินอันตรายที่อาจเกิดขึ้นกับคนงานที่ทำงานในระบบบำบัดน้ำเสียรวมทั้งคนในชุมชนที่อยู่บริเวณใกล้เคียง

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาชนิดและปริมาณของแบคทีเรียและเชื้อราที่ปนเปื้อนในอากาศรอบบริเวณระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาล
2. เพื่อเปรียบเทียบปริมาณของแบคทีเรียและเชื้อราที่พบในอากาศในระยะทางที่แตกต่างกันรอบบริเวณระบบบำบัดน้ำเสีย
3. เพื่อเปรียบเทียบปริมาณแบคทีเรียและเชื้อราที่พบรอบบริเวณระบบบำบัดน้ำเสีย ระหว่างขนาดโรงพยาบาลชุมชนขนาด 30 เตียง โรงพยาบาลชุมชนขนาด 120 เตียง และโรงพยาบาลขนาดมากกว่า 500 เตียง

วิธีการวิจัย

ระเบียบวิธีวิจัย

การวิจัยนี้มีรูปแบบการวิจัยเป็นการวิจัยเชิงวิเคราะห์ (Analytical Study)

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ตัวอย่างที่ทำการศึกษาครั้งนี้ เป็นการเลือกตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive sampling) จากการเก็บตัวอย่างอากาศ จากบริเวณใกล้เคียงระบบบำบัดน้ำเสียจำนวน 3 แห่ง ของโรงพยาบาล 3 ขนาด คือ โรงพยาบาลชุมชน ขนาด 30 เตียง โรงพยาบาลชุมชนขนาด 120 เตียง และโรงพยาบาลขนาดมากกว่า 500 เตียง

เครื่องมืออุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

1. สารอาหารเลี้ยงเชื้อสำหรับเชื้อแบคทีเรีย Blood Agar (Oxoid Ltd., Enland)
2. สารอาหารสำหรับเลี้ยงเชื้อรา SDA Agar
3. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บตัวอย่างอากาศ

3.1 Andersen 6 stages

Andersen 6 stages (Thermo Andersen, model 1060056) เป็นเครื่องมือเก็บอนุภาคในอากาศที่มีขนาดตั้งแต่ 7.1 ไมครอนจนถึง 0.65 ไมครอน

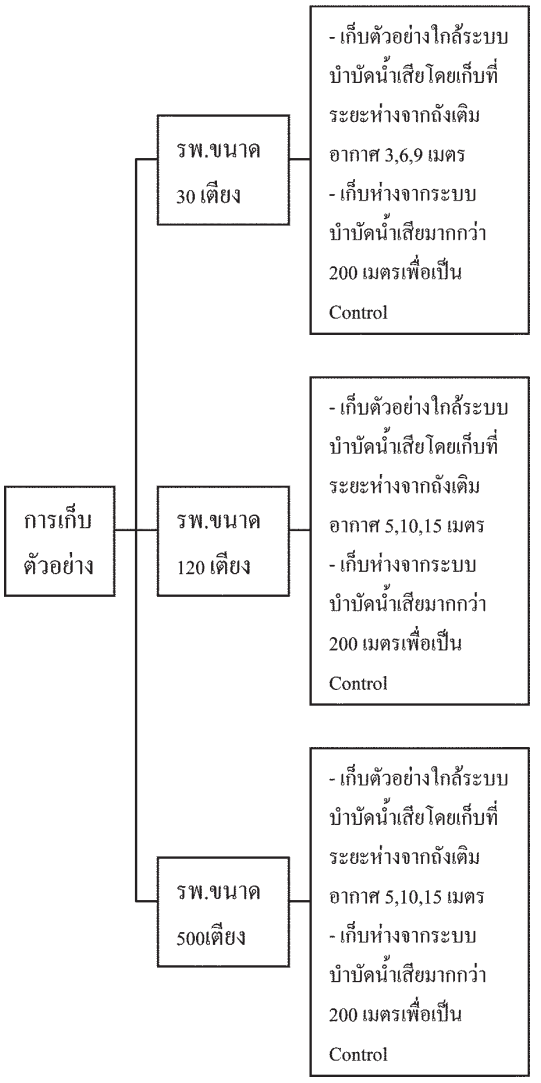
3.2 Open plate

คือการเก็บตัวอย่างโดยใช้การเปิด plate ที่มีอาหารเลี้ยงเชื้อบรรจุอยู่วางไว้ ให้อากาศที่มีจุลินทรีย์ปนเปื้อนตกลงสู่ plate ตามแรงโน้มถ่วงของโลก โดยวางจานเพาะเชื้อ blood agar สำหรับเชื้อแบคทีเรีย และ SDA สำหรับเชื้อแบคทีเรีย ในพื้นที่ที่ต้องการสุ่ม

การดำเนินการวิจัย

ในการศึกษานี้ต้องการทราบถึงชนิดและปริมาณของเชื้อแบคทีเรียและเชื้อรา ที่พบในบริเวณระบบบำบัดน้ำเสียแบบ Activated sludge ของโรงพยาบาลที่มีขนาดต่างกัน โดย

ในการกำหนดระยะทางในการเก็บตัวอย่าง โดยพิจารณาเก็บจากบริเวณที่เป็นสถานที่ทำงานของผู้ที่มีหน้าที่ดูแลระบบบำบัดน้ำเสีย เนื่องจากเป็นบริเวณที่มีความเสี่ยงต่อการได้รับเชื้อของผู้ที่ดูแลระบบบำบัดน้ำเสียการเก็บตัวอย่าง เก็บโดยใช้ Andersen 6 stages เนื่องจากมีเครื่องจำนวนจำกัดพียง 1 เครื่อง จึงไม่สามารถเก็บทุกจุดได้พร้อมกัน ส่วน Open plate



เก็บตัวอย่างพร้อม ๆ กันทุกจุดเก็บตัวอย่าง Andersen 6 stages ที่มีอาหารเลี้ยงเชื้อบรรจุอยู่ภายในเข้ากับปั๊มดูดอากาศ จากนั้นทำการดูดอากาศด้วยอัตราการดูดอากาศ 28.3 L/min เป็นเวลา 10 –20 นาที หลังจากนั้นผู้วิจัยนำจานเพาะเชื้อที่ได้ไปอบที่อุณหภูมิ 35–37 องศาเซลเซียส นาน 24–48 ชั่วโมง นับจำนวนโคโลนีของเชื้อแบคทีเรียและเชื้อราที่ขึ้นบน agar ด้วยการนับแยกโคโลนีที่เหมือนกัน และพิสูจน์เชื้อจุลินทรีย์ คำนวณและรายงานผลเป็น CFU/m^3 สำหรับ Open plate ผู้วิจัยเปิด plate ซึ่งวางสูงจากพื้น 1.50 เมตร ทิ้งไว้ 1 ชั่วโมง แล้วนำจานเพาะเชื้อไปอบเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 35–37 องศาเซลเซียส นาน 24–48 ชั่วโมง เมื่อทำการอบเรียบร้อยแล้วนำจานเพาะเชื้อมานับจำนวนโคโลนีของเชื้อแบคทีเรียและเชื้อราที่ขึ้นบน agar โดยผู้วิจัยนับแยกโคโลนีที่เหมือนกันและพิสูจน์เชื้อแต่ละชนิด คำนวณและรายงานผลเป็น CFU/ft^2 การศึกษาในครั้งนี้ใช้เวลาในการเก็บตัวอย่าง 2 เดือน (เดือนมกราคม 2551–เดือนกุมภาพันธ์ 2551) มีจำนวนอาหารเพาะเลี้ยงเชื้อที่ใช้ศึกษา 648 plates

การวิเคราะห์ข้อมูล

งานวิจัยนี้ใช้สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics) วิเคราะห์ข้อมูล แสดงผลเป็นการจัดกลุ่ม ค่าเฉลี่ย ร้อยละ เพื่ออธิบายชนิดและปริมาณของเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคที่พบในอากาศภายในโรงพยาบาล

ผลการวิจัย

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์คือ ต้องการทราบถึงชนิด ปริมาณของเชื้อแบคทีเรียและเชื้อราในบรรยากาศที่เกิดจากการบำบัดน้ำเสียด้วยระบบ Activated Sludge ของโรงพยาบาลสามแห่ง ที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพของมนุษย์ ผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์ดังนี้

1. ชนิด และปริมาณของเชื้อจุลินทรีย์ที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพของมนุษย์

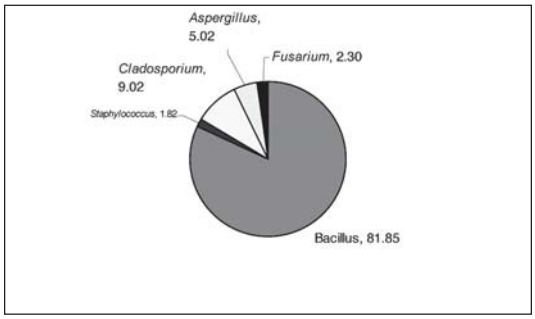
1.1 ชนิดและปริมาณของเชื้อแบคทีเรียและเชื้อราทั้งหมดในบรรยากาศของระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลชุมชนขนาด 30 เตียง

เชื้อแบคทีเรียและเชื้อราที่พบในการเก็บตัวอย่างในบริเวณใกล้เคียงระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลชุมชนขนาด 30 เตียง เก็บโดยเครื่อง Anderson 6 stages แบ่งออกเป็น 2 หมวด คือ หมวดเชื้อแบคทีเรีย และหมวดเชื้อรา หมวดของเชื้อแบคทีเรียที่พบได้แก่ *Staphylococcus*, *Bacillus* ส่วนหมวดของเชื้อรา ได้แก่ *Cladosporium*, *Aspergillus*, *Fusarium*

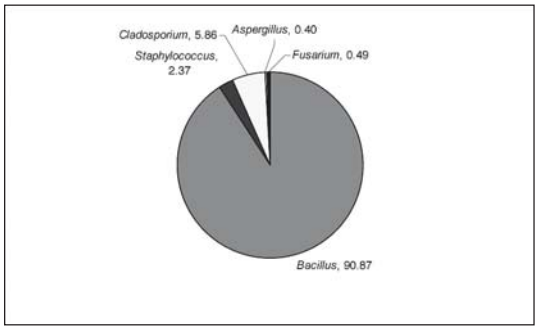
ภาพรวมของเชื้อแบคทีเรียและเชื้อราในโรงพยาบาลชุมชนขนาด 30 เตียง จากการใช้เครื่อง Andersen 6 stages ในทุกจุดที่เก็บตัวอย่างที่อยู่ใกล้เคียงบริเวณระบบบำบัดน้ำเสีย พบ *Bacillus* พบมาก

ที่สุดถึง 81.85% (170 CFU/m^3) รองลงมาคือ *Cladosporium* พบ 9.02 (19 CFU/m^3) *Aspergillus* พบ 5.02% (10 CFU/m^3) *Fusarium* พบ 2.30% (5 CFU/m^3) *Staphylococcus* พบน้อยที่สุดคือ 1.81% (4 CFU/m^3) ดังภาพที่ 1

สำหรับจุลินทรีย์ในโรงพยาบาลชุมชนขนาด 30 เตียง ที่ได้จาก Open plate ในทุกจุดที่เก็บตัวอย่างในบริเวณใกล้เคียงระบบบำบัดน้ำเสีย พบว่า *Bacillus* พบมากที่สุดถึง 90.87% (350 CFU/ft^2) รองลงมาคือ *Cladosporium spp.* พบ 5.86 % (23 CFU/m^3) พบ *Staphylococcus* 2.37 (9 CFU/ft^2) *Fusarium* พบ 0.49% (2 CFU/ft^2) *Aspergillus* พบน้อยที่สุดคือ 0.40% (2 CFU/ft^2) ดังภาพที่ 2



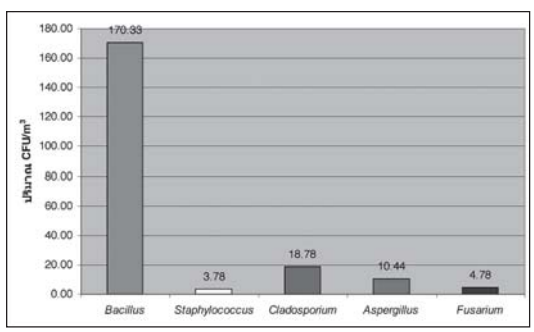
ภาพที่ 1 ร้อยละของเชื้อแบคทีเรียและเชื้อราเฉลี่ยจากทุกจุดที่เก็บตัวอย่างของโรงพยาบาลชุมชนขนาด 30 เตียง ด้วยเครื่อง Andersen 6 stages



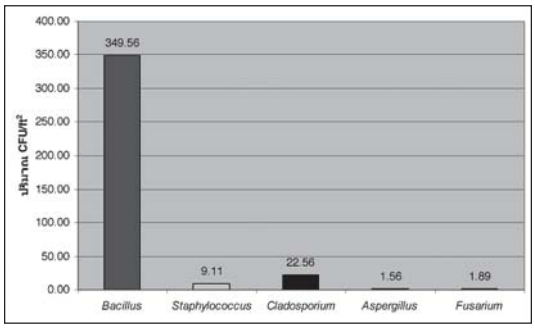
ภาพที่ 2 ร้อยละของเชื้อแบคทีเรียและเชื้อราเฉลี่ยจากทุกจุดที่เก็บตัวอย่างของโรงพยาบาลชุมชนขนาด 30 เตียง ด้วยวิธี Open plate (CFU/ft^2)

จากผลการศึกษาปริมาณเชื้อแบคทีเรียและเชื้อราทั้งหมดที่เก็บจากโรงพยาบาลชุมชนขนาด 30 เตียง โดยเครื่อง Anderson 6 stages มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 207.11 CFU/m^3 ภาพรวมปริมาณเฉลี่ยของเชื้อแบคทีเรียและเชื้อราพบว่า ปริมาณเชื้อ *Bacillus* พบมากที่สุด คือ 170.33 CFU/m^3 รองลงมาคือ *Cladosporium* พบ 18.78 CFU/m^3 *Aspergillus* พบ 10.44 CFU/m^3 *Fusarium* พบ 4.78 และที่พบน้อยที่สุดคือ *Staphylococcus* พบ 3.78 CFU/m^3 ดังภาพที่ 3

สำหรับเชื้อแบคทีเรียและเชื้อราที่ได้จากการเก็บตัวอย่างโดย Open plate ในทุกจุดที่เก็บตัวอย่างที่อยู่บริเวณใกล้เคียงกับระบบบำบัดน้ำเสีย พบปริมาณของ *Bacillus* พบมากที่สุดถึง 350 CFU/ft^2 รองลงมาคือ *Cladosporium spp.* พบ 23 CFU/ft^2 พบ *Staphylococcus* 9 CFU/ft^2 *Fusarium* พบ 2 CFU/ft^2 *Aspergillus* พบน้อยที่สุดคือ 2 CFU/ft^2 ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 3 ปริมาณของเชื้อแบคทีเรียและเชื้อราเฉลี่ยทั้งหมดจากตัวอย่างที่เก็บโดยรอบระบบบำบัดน้ำเสียในโรงพยาบาลชุมชนขนาด 30 เตียง จากเครื่อง Anderson 6 stages



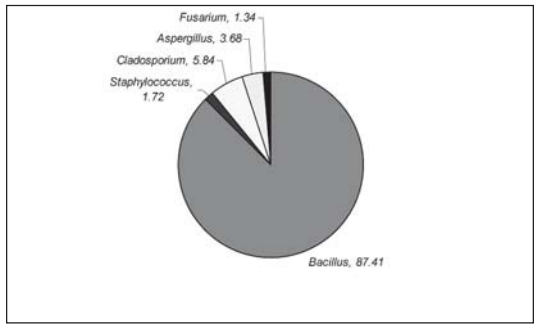
ภาพที่ 4 ปริมาณของเชื้อแบคทีเรียและเชื้อราเฉลี่ยทั้งหมดจากตัวอย่างที่เก็บโดยรอบระบบบำบัดน้ำเสียในโรงพยาบาลชุมชนขนาด 30 เตียง ด้วยวิธี Open plate

1.2 ชนิดและปริมาณของแบคทีเรียและเชื้อราทั้งหมดในบรรยากาศบริเวณใกล้เคียงกับระบบบำบัดน้ำเสีย โรงพยาบาลชุมชนขนาด 120 เตียง

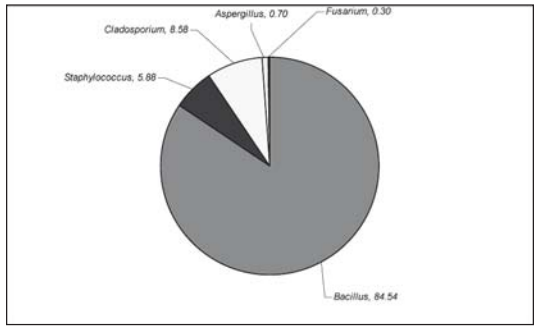
เชื้อจุลินทรีย์ที่พบในการเก็บตัวอย่างอากาศในบริเวณที่อยู่ใกล้เคียงระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลชุมชนขนาด 120 เตียง แบ่งออกเป็น 2 หมวด คือ หมวดเชื้อแบคทีเรีย และหมวดเชื้อรา หมวดของเชื้อแบคทีเรียที่พบ ได้แก่ *Bacillus*, *Staphylococcus* ส่วนหมวดของเชื้อรา ได้แก่ *Cladosporium*, *Aspergillus*, *Fusarium*

ภาพรวมของเชื้อแบคทีเรียและเชื้อราในโรงพยาบาลชุมชนขนาด 120 เตียง จากการใช้ Andersen 6 stages ในทุกจุดที่เก็บตัวอย่าง เฉลี่ยแล้วพบว่า *Bacillus* พบมากที่สุดถึง 87.41% (332 CFU/m^3) รองลงมาคือ *Cladosporium* พบ 5.84% (22 CFU/m^3) *Aspergillus* พบ 3.68% (14 CFU/m^3) *Staphylococcus* พบ 1.72% (6 CFU/m^3) *Fusarium* พบน้อยที่สุดคือ 1.34% (5 CFU/m^3) เชื้อ ดังภาพที่ 5

สำหรับเชื้อแบคทีเรียและเชื้อราในโรงพยาบาลขนาดชุมชนขนาด 120 เตียง จากการเก็บด้วยวิธี Open plate ในทุกจุดที่เก็บตัวอย่างที่อยู่ใกล้กับระบบบำบัดน้ำเสีย เฉลี่ยพบว่า *Bacillus* พบมากที่สุดถึง 90.87% (350 CFU/ft^2) รองลงมาคือ *Cladosporium spp.* พบ 8.58% (23 CFU/ft^2) พบ *Staphylococcus* 2.37 (9 CFU/ft^2) *Fusarium* พบ 0.49% (2 CFU/ft^2) *Aspergillus* พบน้อยที่สุดคือ 0.40% (2 CFU/ft^2) ดังภาพที่ 6



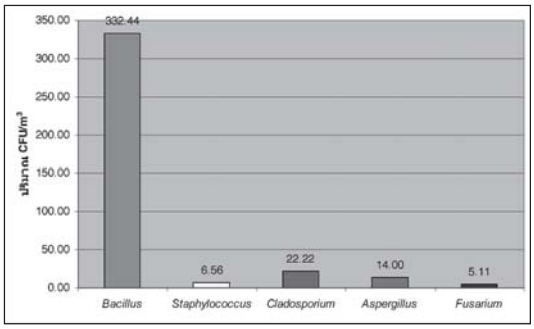
ภาพที่ 5 ร้อยละของเชื้อแบคทีเรียและเชื้อรา เฉลี่ยจากทุกจุดที่เก็บตัวอย่างของโรงพยาบาลชุมชนขนาด 120 เตียง จากเครื่อง Andersen 6 stages



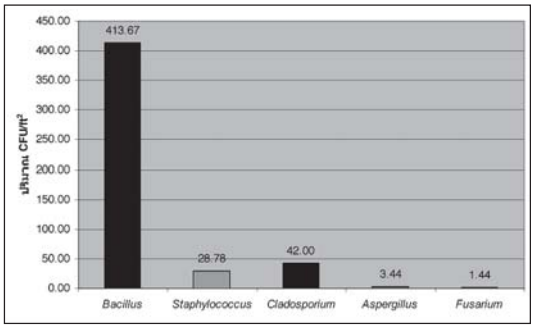
ภาพที่ 6 ร้อยละของเชื้อจุลินทรีย์เฉลี่ยจากทุกจุดที่เก็บตัวอย่างของโรงพยาบาลชุมชนขนาด 120 เตียง ด้วย Open plate

ภาพรวมปริมาณ ของเชื้อแบคทีเรียและเชื้อราในโรงพยาบาลชุมชนขนาด 120 เตียง จากการใช้เครื่อง Andersen 6 stages ในทุกจุดที่เก็บตัวอย่าง เฉลี่ย แล้วพบว่า สัดส่วนของ *Bacillus* พบมากที่สุดถึง 332 CFU/m^3 รองลงมาคือ *Cladosporium* พบ 22 CFU/m^3 *Aspergillus* พบ 14 CFU/m^3 *Staphylococcus* พบ 6 CFU/m^3 *Fusarium* พบน้อยที่สุดคือ 5 CFU/m^3 ดังภาพที่ 7

สำหรับภาพรวมของปริมาณ ของเชื้อแบคทีเรียและเชื้อราในโรงพยาบาลชุมชนขนาด 120 เตียง ที่ได้ด้วยวิธี Open plate ในทุกจุดที่เก็บตัวอย่างที่อยู่บริเวณใกล้เคียงระบบบำบัดน้ำเสีย เฉลี่ยแล้วพบว่า ปริมาณของ *Bacillus* พบมากที่สุดถึง 350 CFU/ft^2 รองลงมาคือ *Cladosporium spp.* พบ 42 CFU/ft^2 พบ *Staphylococcus* 29 CFU/ft^2 *Aspergillus* 1 CFU/ft^2 และ *Fusarium* พบน้อยที่สุด คือ 3 CFU/ft^2 ดังภาพที่ 8



ภาพที่ 7 ปริมาณของเชื้อแบคทีเรียและเชื้อราเฉลี่ยทั้งหมดจากตัวอย่างที่เก็บโดยรอบระบบบำบัดน้ำเสียในโรงพยาบาลชุมชนขนาด 120 เตียง จากเครื่อง Anderson 6 stages



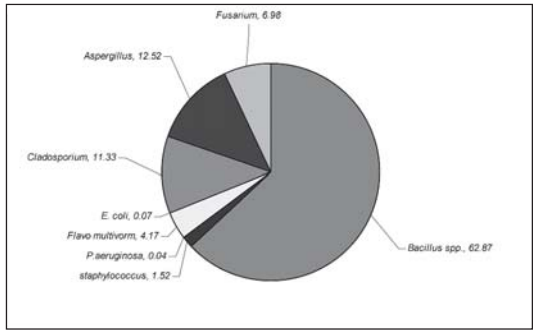
ภาพที่ 8 ปริมาณของเชื้อแบคทีเรียและเชื้อราเฉลี่ยทั้งหมดจากตัวอย่างที่เก็บโดยรอบระบบบำบัดน้ำเสียในโรงพยาบาลชุมชนขนาด 120 เตียง ด้วยวิธี Open plate

1.3 ชนิดและปริมาณของเชื้อแบคทีเรียและเชื้อราทั้งหมดในบรรยากาศของระบบบำบัดน้ำเสียโรงพยาบาลขนาดมากกว่า 500 เตียง

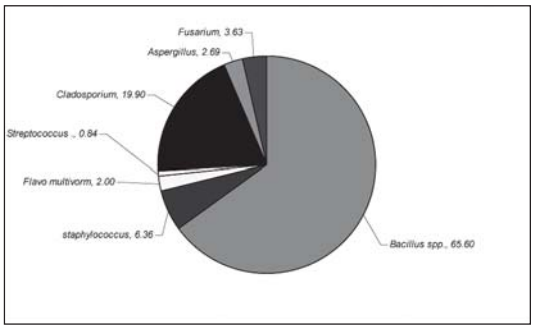
เชื้อจุลินทรีย์ที่พบในการเก็บตัวอย่าง ณ จุดต่าง ๆ ในโรงพยาบาลขนาดมากกว่า 500 เตียง แบ่งออกเป็น 2 หมวด คือ หมวดเชื้อแบคทีเรีย และหมวดเชื้อรา หมวดของเชื้อแบคทีเรียที่พบมี 6 ชนิด ได้แก่ *Staphylococcus*, *Bacillus*, *P. aeruginosa*, *Flavo bacterium multivorum*, *E. coli* และ *Streptococcus* ส่วนหมวดของเชื้อราพบ 3 ชนิด ได้แก่ *Cladosporium*, *Aspergillus*, *Fusarium*

ภาพรวมของเชื้อ แบคทีเรียและเชื้อราในโรงพยาบาลขนาดมากกว่า 500 เตียง จากการใช้ Andersen6 stagesในทุกจุดที่เก็บตัวอย่าง เฉลี่ยแล้วพบว่า *Bacillus* พบมากที่สุดถึง 62.87% (318 CFU/m^3) รองลงมาคือ) *Aspergillus* พบ 12.52% (63 CFU/m^3) *Cladosporium* พบ 11.33 % (57 CFU/m^3) *Flavo multivorm* พบ 4.17 % (24 CFU/m^3) *Staphylococcus* พบ 1.52% (8 CFU/m^3) *Fusarium* พบ 6.98% (7 CFU/m^3) *E.coli* 0.07 % (1 CFU/m^3) พบ 0.04 พบน้อยที่สุดคือ *P.aeruginosa* 0.04% (1 CFU/m^3) ดังภาพที่ 9

สำหรับเชื้อแบคทีเรียและเชื้อราในโรงพยาบาลขนาดมากกว่า 500 เตียง ที่ได้จาก Open plate ในทุกจุดที่เก็บตัวอย่างที่อยู่ใกล้เคียงกับระบบบำบัดน้ำเสีย เฉลี่ยแล้วพบว่า *Bacillus* พบมากที่สุดถึง 65.60 % (259 CFU/ft^2) รองลงมาคือ) *Cladosporium.* พบ 19.90 (75 CFU/ft^2) พบ *Staphylococcus* 6.36 (25 CFU/ft^2) *Fusarium* พบ 3.63% (14 CFU/ft^2) *Aspergillus* พบ 2.69 (11 CFU/ft^2) *Flavo multivorum* 2.00%(CFU/ft^2) *Streptococcus* พบน้อยที่สุดคือ 0.84 % (3 CFU/ft^2) ดังภาพที่ 10



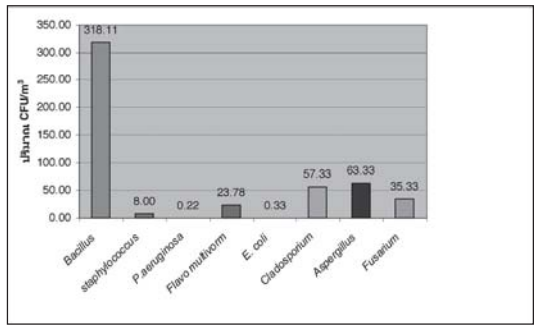
ภาพที่ 9 ร้อยละของเชื้อจุลินทรีย์เฉลี่ยจากทุกจุดที่เก็บตัวอย่างในบริเวณใกล้เคียงกับระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลขนาดมากกว่า 500 เตียงด้วยเครื่อง Andersen 6 stages



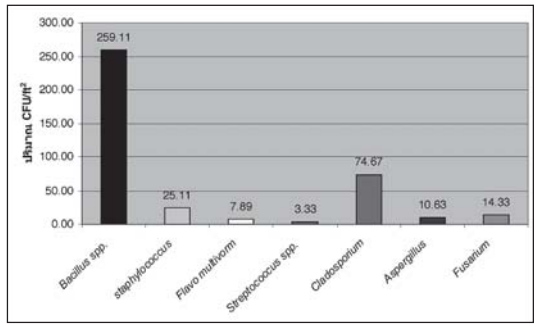
ภาพที่ 10 ร้อยละของเชื้อจุลินทรีย์เฉลี่ยจากทุกจุดที่เก็บตัวอย่างในบริเวณใกล้เคียงกับระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลขนาดมากกว่า 500 เตียงด้วยวิธี Open plate

ภาพรวมปริมาณเฉลี่ยของเชื้อแบคทีเรียและเชื้อรา ในโรงพยาบาลขนาดมากกว่า 500 เตียง จากการใช้ Andersen 6 stages ในทุกจุดที่เก็บตัวอย่างในบริเวณใกล้เคียงกับระบบบำบัดน้ำเสียพบว่า โดยเฉลี่ยปริมาณของ *Bacillus* พบมากที่สุดถึง 318 CFU/m^3 รองลงมาคือ *Aspergillus* พบ 63 CFU/m^3 *Cladosporium* พบ 57 CFU/m^3 *Flavo multivorm* พบ 24 CFU/m^3 *Staphylococcus* พบ 8 CFU/m^3 *Fusarium* พบ 7 CFU/m^3 *E.coli* 1 CFU/m^3 พบ 0.04 พบน้อยที่สุดคือ *P.aeruginosa* 1 CFU/m^3 ดังภาพที่ 11

สำหรับปริมาณโดยเฉลี่ยของเชื้อแบคทีเรียและเชื้อราในโรงพยาบาลขนาดมากกว่า 500 เตียง ที่ได้ด้วยวิธี Open plate ในทุกจุดที่เก็บตัวอย่างที่อยู่บริเวณใกล้เคียงระบบบำบัดน้ำเสีย ปริมาณโดยเฉลี่ยแล้วพบว่า *Bacillus* พบมากที่สุดถึง 259 CFU/ft^2 รองลงมาคือ *Cladosporium spp.* พบ 75 CFU/ft^2 พบ *Staphylococcus* 25 CFU/ft^2 Fusarium พบ 14 CFU/ft^2 *Aspergillus* พบ 11 CFU/ft^2 *Flavo multivorum* 2 CFU/ft^2 *Streptococcus* พบน้อยที่สุด คือ 3 CFU/ft^2 ดังภาพที่ 12



ภาพที่ 11 ปริมาณของเชื้อแบคทีเรียและเชื้อราเฉลี่ยทั้งหมดจากตัวอย่างที่เก็บในบริเวณใกล้เคียงระบบบำบัดน้ำเสียในโรงพยาบาลขนาดมากกว่า 500 เตียง จากเครื่อง Anderson 6 stages



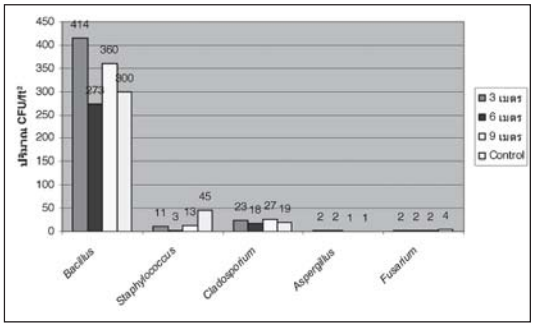
ภาพที่ 12 ปริมาณของเชื้อแบคทีเรียและเชื้อราเฉลี่ยทั้งหมดจากตัวอย่างที่เก็บในบริเวณใกล้เคียงระบบบำบัดน้ำเสียในโรงพยาบาลขนาดมากกว่า 500 เตียง ด้วยวิธี Open plate

2. เปรียบเทียบปริมาณของแบคทีเรียและเชื้อราที่พบในอากาศในระยะที่แตกต่างกันรอบบริเวณระบบบำบัดน้ำเสีย

2.1 เปรียบเทียบปริมาณแบคทีเรียและเชื้อราที่พบในอากาศบริเวณระบบบำบัดน้ำเสียแต่ละจุดของโรงพยาบาลชุมชนขนาด 30 เตียง

เปรียบเทียบชนิดและปริมาณของเชื้อแบคทีเรียและเชื้อรา ที่เก็บจากบริเวณใกล้เคียงบริเวณระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลขนาด 30 เตียง ด้วยวิธี Open Plate พบว่า ที่ระยะห่างจากระบบบำบัดน้ำเสีย 3 เมตร มีปริมาณของเชื้อ *Bacillus* มากที่สุด

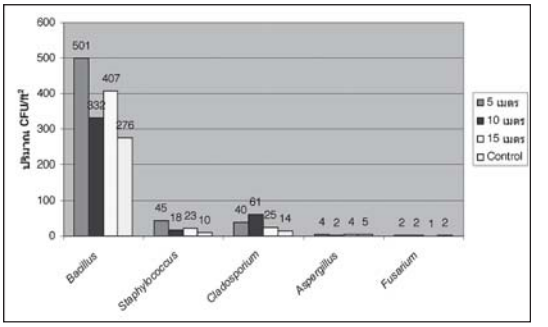
คือ 414 CFU/ft^2 รองลงมาคือ ที่ระยะ 9 เมตร ส่วนเชื้อ *Staphylococcus* พบมากที่สุดจุด Control คือ 45 CFU/ft^2 รองลงมาคือที่ระยะ 9 เมตร คือ 13 CFU/ft^2 ส่วนเชื้อ *Cladosporium* พบมากที่สุดที่ระยะ 9 เมตร 27 CFU/ft^2 รองลงมาคือ ระยะ 3 เมตร 23 CFU/ft^2 ส่วน *Aspergillu* และ *Fusarium* ทุกจุดพบในปริมาณที่ใกล้เคียงกัน



ภาพที่ 13 กราฟแสดงการเปรียบเทียบชนิดและปริมาณเชื้อแบคทีเรียและเชื้อราที่พบในแต่ละจุดที่เก็บในบริเวณใกล้เคียงกับระบบบำบัดน้ำเสียและจุด Control ของโรงพยาบาลชุมชนขนาด 30 เตียง ด้วยวิธี Open plate

2.2 เปรียบเทียบปริมาณเชื้อแบคทีเรียและเชื้อรา ที่พบในอากาศบริเวณระบบบำบัดน้ำเสียแต่ละจุดของโรงพยาบาลชุมชนขนาด 120 เตียง

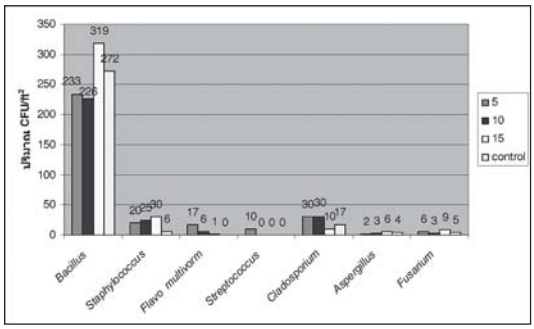
เปรียบเทียบชนิดและปริมาณของเชื้อแบคทีเรียและเชื้อรา ที่เก็บจากบริเวณใกล้เคียงบริเวณระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลชุมชนขนาด 120 เตียง โดย Open Plate พบว่า ที่ระยะห่างจากระบบบำบัดน้ำเสีย 5 เมตร มีปริมาณของเชื้อ *Bacillus* มากที่สุด คือ 501 CFU/ft^2 รองลงมาคือ ที่ระยะ 15 เมตร 407 CFU/ft^2 ส่วนเชื้อ *Staphylococcus* พบมากที่สุดจุด 5 เมตร คือ 45 CFU/ft^2 รองลงมาคือที่ระยะ 15 เมตร คือ 23 CFU/ft^2 ส่วนเชื้อ *Cladosporium* พบมากที่สุดที่ระยะ 10 เมตร 61 CFU/ft^2 รองลงมาคือ ระยะ 5 เมตร 40 CFU/ft^2 ส่วน *Aspergillus* และ *Fusarium* ทุกจุดพบในปริมาณที่ใกล้เคียงกัน



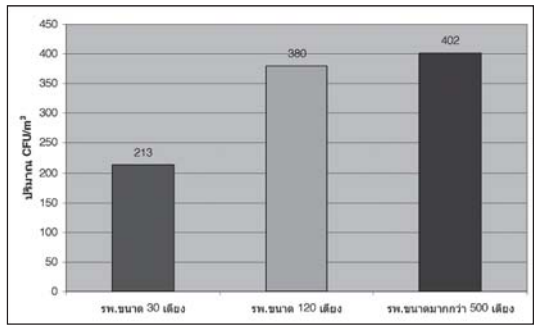
ภาพที่ 14 กราฟแสดงการเปรียบเทียบชนิดและปริมาณเชื้อแบคทีเรียและเชื้อราที่พบในแต่ละจุดที่เก็บในบริเวณใกล้เคียงกับระบบบำบัดน้ำเสียและจุด Control ของโรงพยาบาลชุมชนขนาด 120 เตียง ด้วยวิธี Open plate

2.3 ชนิดและปริมาณเชื้อแบคทีเรียและเชื้อราที่พบในบริเวณที่ใกล้เคียงระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลขนาดมากกว่า 500 เตียง

เปรียบเทียบชนิดและปริมาณของเชื้อแบคทีเรียและเชื้อรา ที่เก็บจากบริเวณใกล้เคียงบริเวณระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลขนาดมากกว่า 500 เตียง โดย Open Plate พบว่า ที่ระยะห่างจากระบบบำบัดน้ำเสีย 15 เมตร มีปริมาณของเชื้อ *Bacillus* มากที่สุด คือ 319 CFU/ft^2 รองลงมาคือที่จุด control 272 CFU/ft^2 ส่วนเชื้อ *Staphylococcus* พบมากที่สุดที่ระยะ 15 เมตร คือ 30 CFU/ft^2 รองลงมาคือที่ระยะ 10 เมตร คือ 25 CFU/ft^2 ส่วนเชื้อ *Flavo mutivorum* ระยะ 5 เมตร พบมากที่สุดคือ 17 CFU/ft^2 รองลงมาคือ ที่ระยะ 10 เมตร พบ 6 CFU/ft^2 *Cladosporium* พบมากที่สุดที่ระยะ 5 เมตร และ 10 เมตร พบเท่ากัน คือ 30 CFU/ft^2 ส่วน *Aspergillus* และ *Fusarium* ทุกจุดพบในปริมาณที่ใกล้เคียงกัน



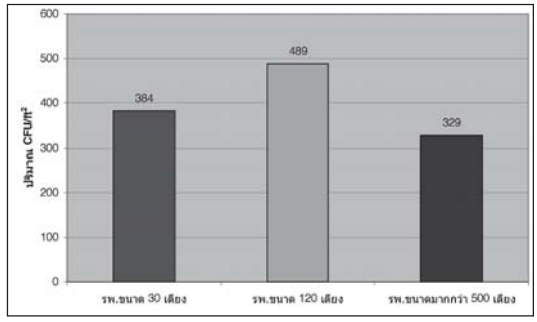
ภาพที่ 15 กราฟแสดงการเปรียบเทียบชนิดและปริมาณเชื้อแบคทีเรียและเชื้อราที่พบในแต่ละจุดที่เก็บในบริเวณใกล้เคียงกับระบบบำบัดน้ำเสียและจุด Control ของโรงพยาบาลขนาดมากกว่า 500 เตียง ด้วยวิธี Open plate



ภาพที่ 16 กราฟแสดงการเปรียบเทียบเชื้อแบคทีเรียและเชื้อราในโรงพยาบาลที่ทำการศึกษาจากการเก็บตัวอย่างโดยเครื่อง Anderson 6 stages ในบริเวณที่อยู่ใกล้เคียงกับระบบบำบัดน้ำเสีย

3. เปรียบเทียบปริมาณเชื้อแบคทีเรียและเชื้อราของโรงพยาบาลทั้งสามแห่ง

จากการศึกษานี้พบว่า จากการเก็บตัวอย่างอากาศโดยเครื่อง Anderson 6 stages พบเชื้อแบคทีเรียและเชื้อรา ในอากาศรอบระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลขนาดมากกว่า 500 เตียง มากที่สุด โดยมีปริมาณเฉลี่ย 402 CFU/m^3 รองลงมาคือ โรงพยาบาลชุมชนขนาด 120 เตียง ปริมาณเฉลี่ย 380 CFU/m^3 และโรงพยาบาลชุมชนขนาด 30 เตียง 213 CFU/m^3 ตามลำดับ จากการเก็บตัวอย่างอากาศโดย Open Plate พบจุลินทรีย์ในอากาศรอบระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลชุมชนขนาด 120 เตียง มากที่สุด โดยมีปริมาณเฉลี่ย 489 CFU/ft^2 รองลงมาคือ โรงพยาบาลขนาดมากกว่า 500 เตียง ปริมาณเฉลี่ย 329 CFU/ft^2 และโรงพยาบาลชุมชนขนาด 30 เตียง 213 CFU/ft^2 ตามลำดับ



ภาพที่ 17 กราฟแสดงการเปรียบเทียบเชื้อแบคทีเรียและเชื้อราในแต่ละโรงพยาบาล จากการเก็บตัวอย่างด้วยวิธี Open plate ในบริเวณที่อยู่ใกล้เคียงกับระบบบำบัดน้ำเสีย

อภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาโดยการเก็บตัวอย่างอากาศบริเวณใกล้เคียงระบบบำบัดน้ำเสีย ของโรงพยาบาลที่มีขนาดแตกต่างกันคือ โรงพยาบาลชุมชนขนาด 30 เตียง โรงพยาบาลชุมชนขนาด 120 เตียง และโรงพยาบาลขนาดมากกว่า 500 เตียง โดยทำการเก็บข้อมูลในช่วงปลายฤดูหนาว อุณหภูมิขณะที่ทำการเก็บจากทั้งสามโรงพยาบาลอยู่ในช่วง 27–29 เซลเซียส และอากาศค่อนข้างแห้งคือมีความชื้อสัมพัทธ์อยู่ระหว่าง 47–68 % เชื้อแบคทีเรียที่พบในโรงพยาบาล

ชุมชนขนาด 30 เตียงเหมือนกับโรงพยาบาลชุมชนขนาด 120 เตียงคือ *Bacillus* และ *Staphylococcus* ส่วนโรงพยาบาลขนาดมากกว่า 500 เตียง พบแบคทีเรีย 6 ชนิด คือ *Bacillus*, *Staphylococcus*, *E.coli*, *P.aeruginosa*, *Streptococcus* และ *Flavo multivorum* ชนิดของจุลินทรีย์ที่พบมากที่สุดของทั้งสามโรงพยาบาลคือ *Bacillus* โดยปริมาณเฉลี่ยที่พบในระบบบำบัดน้ำเสียเก็บโดยเครื่อง Anderson 6 stages ของโรงพยาบาลชุมชนขนาด 30 เตียง โรงพยาบาลชุมชนขนาด 120 เตียงและโรงพยาบาลขนาดมากกว่า 500 เตียง คือ 170 CFU/m^3 332 CFU/m^3 และ 318 CFU/m^3 ตามลำดับ เชื้อ *Bacillus* จัดอยู่ในกลุ่มเทอร์โมฟายส์ แต่ส่วนใหญ่ชอบที่อุณหภูมิในช่วง 35-37 องศาเซลเซียส ซึ่งอุณหภูมิในช่วงที่ทำการเก็บข้อมูลอยู่ในช่วง 27-29 องศาเซลเซียส เป็นอุณหภูมิที่ค่อนข้างต่ำ เชื้อ *Bacillus* จากการศึกษาในครั้งนี้เมื่อนำปริมาณของเชื้อที่พบในบริเวณใกล้เคียงระบบบำบัดน้ำเสียจากการเก็บตัวอย่างทั้งสองแบบ มาเทียบกับปริมาณที่พบในจุด Control พบว่าปริมาณเชื้อ *Bacillus* ที่พบในทุกโรงพยาบาลสูงกว่าในจุด Control ทั้งนี้เป็นไปได้ว่า *Bacillus* ที่เกิดขึ้นส่วนหนึ่งน่าจะมาจากการบำบัดน้ำเสีย โดยเชื้อ *Bacillus* เป็นเชื้อที่อยู่ในกลุ่ม Gram positive bacilli จะพบอยู่ในตามธรรมชาติในดิน น้ำและอากาศ

เมื่อพิจารณาระยะที่พบเชื้อแบคทีเรียและเชื้อราพบว่า ที่บริเวณใกล้เคียงกับระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลชุมชนขนาด 30 เตียง ซึ่งเป็นระบบ SBR ประยุกต์ใช้ถังกรองไร้อากาศ จากการเก็บตัวอย่างด้วยเครื่องมือทั้งสองประเภทคือ Anderson 6 stages และ Open plate พบว่ามีปริมาณสูงสุดที่ระยะ 5 เมตร รองลงมาคือ 9 เมตร ถัดมาคือจุด control และพบน้อยที่สุดที่ระยะ 6 เมตร เป็นที่น่าสังเกตว่า ที่ระยะ 6 เมตรพบน้อยที่สุดทั้ง ๆ ที่เป็นระยะที่อยู่ใกล้บริเวณถังเติมอากาศ น่าจะพบเชื้อจุลินทรีย์ในปริมาณที่สูง ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากที่ระยะ 5 เมตร และระยะ 9 เมตร เป็นระยะที่มีการตกตัวของละอองอากาศ ส่วนที่ระยะ 6 เมตรเป็นระยะที่ละอองอากาศลอยข้ามผ่านไป ทั้งนี้ระยะเวลาอาจไม่เป็นดังนี้เสมอไปขึ้นอยู่กับสภาพอากาศในแต่ละวันด้วย ในวันที่เก็บตัวอย่างมีความเร็วลมค่อนข้างต่ำ มีลมพัดเป็นบางครั้ง การตกตัวและฟุ้งกระจายจึงเป็นไปในระยะไม่ไกลนัก ในโรงพยาบาลชุมชนขนาด 120 เตียง จากการเก็บตัวอย่างด้วย Anderson 6 stages พบปริมาณเชื้อจุลินทรีย์มากที่สุดที่ระยะห่างจากระบบบำบัดน้ำเสีย 5 เมตร รองลงมาคือ ที่ระยะ 10 เมตร ถัดมาคือ ที่ระยะ 15 เมตร และพบที่จุด control น้อยที่สุด ส่วนการเก็บตัวอย่างด้วย Open plate พบว่า มีเชื้อจุลินทรีย์มากที่สุดที่ระยะ 5 เมตร รองลงมาคือที่ระยะ 15 เมตร ถัดมาคือที่ระยะ 10 เมตร และพบน้อยที่สุดที่จุด control ระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลชุมชนขนาด 120 เตียงเป็นระบบ Activated Sludge แบบ คลองวนเวียน มีการเติมอากาศที่ก่อให้เกิดการฟุ้งกระจายได้ง่ายของละอองอากาศที่ระยะต่าง ๆ บริเวณใกล้เคียงระบบบำบัดน้ำเสียจึงพบเชื้อจุลินทรีย์ในปริมาณที่สูงเมื่อเทียบกับจุด control ส่วนโรงพยาบาลขนาดมากกว่า 500 เตียงเป็นระบบ Activated Sludge แบบ SBR ชนิด close ประกอบด้วยถังเติมอากาศแบบปิด 4 ถัง ระบบสามารถรองรับน้ำเสียได้ วันละ 1200 ลูกบาศก์เมตร ปัจจุบันมีน้ำเข้าระบบเฉลี่ยประมาณ 1000 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน พบว่า จากการเก็บตัวอย่างด้วย Anderson 6 stages พบปริมาณจุลินทรีย์ที่สอดคล้องกัน คือที่ระยะ 15 เมตรพบเชื้อจุลินทรีย์มากที่สุด รองลงมาคือที่ระยะ 5 เมตร ถัดมาคือที่ระยะ 10 เมตร และพบน้อยที่สุดที่จุด control เนื่องจากระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลขนาด 500 เตียงเป็นระบบใหญ่ มีถังเติมอากาศถึง 4 ถัง ในแต่ละถังประกอบด้วยเครื่องเติมอากาศจำนวน 2 เครื่อง จึงทำให้เกิดการฟุ้งกระจายของละอองอากาศไปได้ไกล ซึ่งในวันที่ทำการเก็บตัวอย่างทั้งสามครั้งพบว่าความเร็วลมต่ำมีลมพัดเบา ๆ เป็นระยะ ในส่วนของค่ามาตรฐานการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ในอากาศบริเวณใกล้เคียงกับระบบบำบัดน้ำเสียยังไม่ได้มีการกำหนดมาตรฐาน แต่จากการเปรียบเทียบจากมาตรฐานของการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ในสิ่งแวดล้อมของ IMA (Index of

microbial air contamination) ในระดับต่าง ๆ จะพบว่าปริมาณของการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ ในระดับที่สูงในทุกโรงพยาบาล และเมื่อนำสภาพแวดล้อมที่อยู่ใกล้เคียงมาพิจารณาพบว่าในโรงพยาบาลชุมชนขนาด 30 เตียงสภาพแวดล้อมรอบบริเวณระบบบำบัดน้ำเสียมีเพียงแฟลตพยาบาลอยู่ใกล้เคียง รอบบริเวณเป็นที่ว่างไม่มีบ้านเรือน หรือเป็นแหล่งชุมชน โรงพยาบาลชุมชนขนาด 120 ระบบบำบัดน้ำเสียตั้งอยู่ใกล้กับอาคารผู้ป่วยใน หน่วยจ่ายกลาง เตาเผาขยะ และมีร้านขายอาหารอยู่ด้านหลังห่างกับระบบบำบัดน้ำเสียประมาณ 100 เมตร อาคารผู้ป่วยในมีความเสี่ยงต่อการได้รับเชื้อของผู้ป่วยโดยเฉพาะกลุ่มผู้ป่วย ที่มีปัญหาเกี่ยวกับระบบภูมิคุ้มกันโรค และโรงพยาบาลขนาดมากกว่า 500 เตียงสภาพแวดล้อมโดยทั่วไปตั้งอยู่ในที่ชุมชนเช่นกันโดยบริเวณโดยรอบมีอาคารแพทย์แผนไทย แฟลตพยาบาล และลานจอดรถยนต์ ชนิดของเชื้อที่พบที่โรงพยาบาลขนาดมากกว่า 500 เตียง มีหลายชนิดซึ่งพบว่ามีทั้งเชื้อ pathogen และ non pathogen ซึ่งสามารถก่อให้เกิดโรคได้เช่นเดียวกัน

สรุปผลการวิจัย

ชนิดของเชื้อจุลินทรีย์ในการเก็บตัวอย่าง ณ จุดเก็บตัวอย่างบริเวณใกล้กับระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลชุมชนขนาด 30 เตียง และโรงพยาบาลชุมชนขนาด 120 เตียง ที่เหมือนกันคือ พบเชื้อแบคทีเรีย 2 ชนิด คือ *Staphylococcus* และ *Bacillus* โรงพยาบาลขนาดมากกว่า 500 เตียง พบเชื้อแบคทีเรีย 6 ชนิด คือ *Bacillus*, *Stapphylococcus*, *Flavo multivorum*, *E.coli*, *P.aeruginosa* และ *Streptococcus* เชื้อราทั้งโรงพยาบาลที่ทำการศึกษาพบ 3 ชนิดเหมือนกัน คือ *Cladosporium*, *Aspergillus* และ *Fusarium* และเมื่อทำการเปรียบเทียบปริมาณจุลินทรีย์ที่พบในบรรยากาศบริเวณระบบบำบัดน้ำเสียของโรงพยาบาลทั้งสามแห่งพบว่า ปริมาณเฉลี่ยของจุลินทรีย์ที่เก็บโดย Anderson 6 stages ปริมาณเฉลี่ยสูงสุดพบที่โรงพยาบาลขนาดมากกว่า 500 เตียง 402 CFU/m^3 รองลงมาคือ โรงพยาบาลชุมชนขนาด 120 เตียง 380 CFU/m^3 และโรงพยาบาลชุมชนขนาด 30 เตียง พบน้อยที่สุดคือ 213 CFU/m^3

ข้อเสนอแนะ

1. การพิจารณาออกแบบสร้างระบบบำบัดน้ำเสียควรมีการจัดทำ Buffer zone เพื่อป้องกันการฟุ้งกระจายของละอองอากาศ

2. ควรมีการจัดทำค่ามาตรฐานปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศในสิ่งแวดล้อมบริเวณใกล้เคียงระบบบำบัดน้ำเสีย

3. บุคลากรที่ทำงานภายในระบบบำบัดน้ำเสียควรมีการใช้อุปกรณ์ป้องกันตนเอง

4. ผู้ที่มีความต้านทานต่อเชื้อโรคต่ำควรหลีกเลี่ยงการเข้าไปในบริเวณใกล้เคียงระบบบำบัดน้ำเสียเนื่องจากมีโอกาสเสี่ยงต่อการติดเชื้อโรคฉวยโอกาส

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการศึกษา ชนิดและปริมาณของเชื้อจุลินทรีย์ในบริเวณใกล้เคียงระบบบำบัดน้ำเสียในระยะเวลาต่อเนื่อง เพื่อดูความแตกต่างของชนิดและปริมาณเชื้อจุลินทรีย์

2. ควรมีการศึกษาประเมินสภาวะสุขภาพของเจ้าหน้าที่ที่ปฏิบัติงานในระบบบำบัดน้ำเสียและคนที่อยู่ในบริเวณชุมชนใกล้เคียง

เอกสารอ้างอิง

กฤษณียา สงขจันทรานนท์. 2548. ชนิดและปริมาณของเชื้อแบคทีเรียและเชื้อราก่อโรคในโรงพยาบาลและการเปรียบเทียบการทำงานของเครื่องมือเก็บตัวอย่างจุลินทรีย์ในอากาศ. วิทยานิพนธ์ ปริญญาสาธารณสุขศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาอนามัยสิ่งแวดล้อม. ขอนแก่น: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

เอมอร ปาสาทัง. 2552. การปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรียในโทรศัพท์สาธารณะในโรงพยาบาล. วิทยานิพนธ์ ปริญญาสาธารณสุขศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาอนามัยสิ่งแวดล้อม. ขอนแก่น: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

วิภาวดี แมนมนตรี. 2532. จุลชีววิทยาเบื้องต้น. ขอนแก่น: ภาควิชาจุลชีววิทยาคลินิก คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

นงลักษณ์ สุวรรณพินิจ. 2547. แบคทีเรียที่เกี่ยวข้องกับโรค. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

Kerby, F., Fannin, Stanley, C., Vana, Walter Jakubowski. Effect of Activated Sludge Wastewater Treatment Plant on Ambient Air Densities of Aerosols Containing Bacteria and Viruses. American society for Microbiology. 1985; 1191-1196.

Kruczalak, K., Olanczuk, Neyman. Microorganism in the air Over Wastewater Treatment Plants. Polish journal of Environmental study Vol.13, No.5(2004), 537-542.

Lennart Friss, Dan Norback, Christer Edling. Self-Reported Asthma and Respiratory Symptoms in Sewage Workers. *J Occup Health 1999; 41: 87-90.*

Styliani Karra, Eleftheria Katsivela. Microorganisms in bioaerosol emissions from wastewater treatment plants during summer at a Mediterranean site. WAT ER RE S E ARCH 41 (2006) 1355-1365 (journal homepage: www.elsevier.com/locate/watres).

Clak, SC. 1987. Health effects association with waste water treatment, disposal and reuse. J Water Pollution Control Federation, 59, 436-440.

Heng, BH., Goh, KT., Doraisingham, S., and Quek, GH. 1994. Prevalence of hepatitis A virus infection among sewage workers in Singapore. Epidemiology and infection, 113, 121-128.

Boutin, P., Torre, M., Moline, J., and Boissinot, E. 1987. Bacterial atmospheric contamination in waste water treatment plant. Advance in Aerobiology 51, 365-370.

ตารางที่ 1 ปริมาณเชื้อแบคทีเรียและเชื้อราในแต่ระยะทางที่แตกต่างกันในแต่ละโรงพยาบาลที่ทำการศึกษา

เชื้อจุลินทรีย์	ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ CFU/ft^2											
	โรงพยาบาลขนาด 30 เตียง				โรงพยาบาลขนาด 120 เตียง				โรงพยาบาลขนาดมากกว่า 500 เตียง			
	3 เมตร	6 เมตร	9 เมตร	control	5 เมตร	10 เมตร	15 เมตร	control	5 เมตร	10 เมตร	15 เมตร	control
เชื้อแบคทีเรีย												
Bacillus	414	273	360	300	501	332	407	276	233	226	319	272
Staphylococcus	11	3	13	45	45	18	23	10	20	25	30	6
Flavo multivorum	0	0	0	0	0	0	0	0	17	6	1	0
Streptococcus	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0
เชื้อรา												
Cladosporium	23	18	27	19	40	61	25	14	30	30	10	17
Aspergillus	2	2	1	1	4	2	4	5	2	3	6	4
Fusarium	2	2	1	4	2	2	1	2	6	3	9	5