บทที่ 5
สรุป อภิปรายผลการศึกษา และข้อเสนอแนะ

สรุปและอภิปรายผลการศึกษา

ผลจากการเก็บตัวอย่างอากาศภายนอกอาคาร (outdoor air) บน plate count agar และ blood agar จำนวน 80 ตัวอย่าง ที่บริเวณโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ และบริเวณวงเวียนโอเดียน เพื่อนำมาวิเคราะห์หาปริมาณ และประเภทแบคทีเรียที่ปะปนมากับฝุ่นละอองในบรรยากาศ (airborne bacteria particle) พบว่าบริเวณวงเวียนโอเดียนมีค่าพิสัยปริมาณแบคทีเรียบน plate count agar เท่ากับ 1.3×10^2 ถึง 3.8×10^3 ซีเอฟยู/ม^3 และบน blood agar เท่ากับ $9.5 \times 10^2 - 2.1 \times 10^3$ ซีเอฟยู/ม^3 ซึ่งสูงกว่าบริเวณโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ บน plate count agar $5.6 \times 10 - 2.7 \times 10^3$ ซีเอฟยู/ม^3 และบน blood agar $4 \times 10 - 1.6 \times 10^3$ ซีเอฟยู/ม^3 ทั้งนี้อาจเนื่องจากที่บริเวณวงเวียนโอเดียนมีพื้นที่เป็นลักษณะชุมชน ถูกขนาบด้วยอาคารพาณิชย์ อาคารที่พักอาศัยหนาแน่น และทำให้มีกิจกรรมในชุมชนมากด้วย ประกอบกับมีพื้นที่ว่างปริมาณน้อย และลักษณะการจราจรคับคั่ง และยังใกล้แหล่งชุมชนอื่น ๆ จึงทำให้สภาพแวดล้อมโดยทั่วไปเอื้ออำนวยต่อการปนเปื้อนแบคทีเรียในอากาศมากกว่าเมื่อเทียบสัดส่วนกับบริเวณโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ แต่อย่างไรก็ตามค่าพิสัยปริมาณแบคทีเรียบริเวณโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์และบริเวณวงเวียนโอเดียนที่กล่าวมานี้มีค่าพิสัยปริมาณแบคทีเรียต่ำกว่าที่ได้จากการศึกษาของ Yu และ Ling (ค.ศ. 1994) คือค่าพิสัยปริมาณแบคทีเรียที่พบบริเวณ traffic truck อยู่ในช่วง 4941 - 39154 หรือ station square อยู่ในช่วง 1594 - 8839

ส่วนชนิดและปริมาณของแบคทีเรียที่ลำดับชั้นกรองต่าง ๆ ตั้งแต่ชั้นกรองที่ 1-6 พบว่าสามารถพบแบคทีเรียได้ทุกลำดับชั้นกรอง ทั้งที่บริเวณโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์และวงเวียนโอเดียน แต่พบปริมาณแบคทีเรียที่วงเวียนโอเดียนมีปริมาณสูงกว่าบริเวณโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ แต่เมื่อนำมาแยกขนาดตามลำดับชั้นกรองที่ 6 ช่วงขนาดพบว่ามีการกระจายตัวไม่แตกต่างกันทั้ง 2 บริเวณ โดยขนาดของแบคทีเรียส่วนมากพบใน 4 ช่วง

ขนาดคือที่ 7.0, 4.7, 3.3 และ 2.1 ไมโครเมตรตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องจากขนาดรูของลำดับชั้นกรองตั้งแต่ชั้น 1-6 มีขนาดตั้งแต่ 1.81 - 0.25 มิลลิเมตรตามลำดับ และขนาดอนุภาคผ่านรูเหล่านี้ได้ตั้งแต่ 0.65 ถึงมากกว่า 7 ไมโครเมตร ส่วนแบคทีเรียทั่วไปมีขนาด 0.75 - 4 ไมโครเมตร (กนกรัตน์ ศิริพานิชกร, 2541) จึงทำให้พบแบคทีเรียได้ทุกลำดับชั้นกรอง โดยเฉพาะชั้นกรองบนจะพบมากที่สุด ขณะเดียวกันยังพบพวก cocci, bacilli หรือทั้ง cocci และ bacilli ได้ทุกลำดับชั้นกรองเช่นกัน โดยเฉพาะในชั้นกรองล่างๆ เช่นชั้นกรองที่ 5 และ 6 จะพบจำนวนตัวอย่างของ cocci มากกว่าชั้นกรองบน ๆ ทั้งนี้อาจเนื่องจากมีขนาดประมาณ 0.6 - 1.0 ไมโครเมตร (สุวณีย์ ศุภเวชย์, 2536) ซึ่งเล็กกว่าแบคทีเรียทั่ว ๆ ไป จึงทำให้ตกบนชั้นกรองล่าง ๆ ได้มากกว่าพวก bacilli ซึ่งสอดคล้องกับการพบแบคทีเรียในอากาศที่มีขนาดราว 2 - 4 ไมโครเมตร (เทพนม เมืองแมน, 2539) นอกจากนี้ยังพบแบคทีเรีย พวก *Streptococcus* spp. และพวก *Staphylococcus* spp. ด้วยเหมือนการศึกษาของพิชิต สกุลพราหมณ์ เมื่อปี 2517 - 2518 ได้ศึกษาสภาวะความสกปรกของอากาศในเขตกรุงเทพมหานครพบแบคทีเรียชนิดต่าง ๆ ถึง 15 ชนิด รวมทั้งพวก *Streptococcus* spp. และ *Staphylococcus* spp. ด้วย และเมื่อทำการแยกประเภทโดยใช้ปฏิกิริยาการสลายเม็ดเลือดแดง (hemolysis) ส่วนมากจะพบพวก γ - hemolytic *Streptococcus* และ γ - hemolytic *Staphylococcus* ทั้งบริเวณโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์และบริเวณวงเวียนโอเดียน รองลงมาจะพบ β - hemolytic ทั้ง *Streptococcus* และ *Staphylococcus* ถึงแม้ว่าการศึกษาวิจัยนี้ไม่ได้แยกสปีชีส์ของเชื้อ *Streptococcus* และ *Staphylococcus* ก็ตามก็พบว่าทั้ง 2 ชนิดนี้ก็ยังมีความสำคัญทางการแพทย์ เพราะเกือบทุกชนิดมักจะพบว่าเป็นต้นเหตุของการติดเชื้อแบคทีเรีย และทำให้เกิดการติดเชื้อได้เกือบทุกระบบทางร่างกายตั้งแต่โรคเล็กน้อยที่พบได้เสมอในชีวิตประจำวัน และยังทำให้เกิดภาวะแทรกซ้อนตามหลังการติดเชื้อในผู้ป่วยอีกด้วย (Salle, 1978)

เมื่อพิจารณาปริมาณแบคทีเรียในอากาศแต่ละบริเวณมาเปรียบเทียบกับปริมาณฝุ่น PM10 ซึ่งขณะที่ทำการศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นช่วงเวลาที่กองจัดการคุณภาพอากาศและเสียง กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สิ่งแวดล้อม ได้ทำการตรวจวัดปริมาณฝุ่นละออง PM10 ดังตารางที่ 23 (ภาคผนวก) พบว่าส่วนมากปริมาณแบคทีเรีย

ที่ได้จากการศึกษาจะเพิ่มหรือลดลงตามวัน และเวลาของฝุ่น PM10 แต่เมื่อนำมาทดสอบความสัมพันธ์กลับพบว่าไม่มีความสัมพันธ์กันทั้งใน plate count agar และ blood agar ของทั้ง 2 บริเวณ นอกจากนี้เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยปริมาณแบคทีเรียของแต่ละเดือน (ตุลาคม 2540 - มกราคม 2541) ซึ่งเป็นช่วงฤดูแล้งที่เป็นฤดูหนาวของกรุงเทพมหานคร พบว่าค่าเฉลี่ยของปริมาณแบคทีเรียแต่ละเดือนมีการเปลี่ยนแปลงที่ไม่แตกต่างชัดเจนนัก ทั้งหมดที่กล่าวมานี้อาจเนื่องมาจากสาเหตุอิทธิพลของสิ่งแวดล้อม (กนกรัตน์ ศิริพานิช -กร, 2541) สภาพภูมิอากาศ เช่น ความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิ กระแสลม ซึ่งเป็นตัวแปรที่มีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน (Stern, 1977) โดยที่ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรดังกล่าวเมื่อเทียบคู่ใดคู่หนึ่งก็จะมีนัยสำคัญได้ แต่ถ้าเมื่อใดมีตัวแปรที่สามเข้ามาเกี่ยวข้องก็จะมีอิทธิพลทำให้ระดับแห่งความสัมพันธ์นั้นลดลง หรือเพิ่มขึ้นได้เสมอ นอกจากนี้ฤดูกาลก็มีส่วนเกี่ยวข้องพบว่าการมีฝนตก ก็จะทำให้ปริมาณฝุ่น PM10 ลดลงด้วย ซึ่งในบางช่วงของการเก็บตัวอย่าง เช่น ช่วงวันที่ 5, 17, 23, 22, 70, 78, 79 ของการเก็บตัวอย่าง จะมีฝนตกตั้งแต่หนักจนถึงเล็กน้อย ประกอบกับจากการรายงานพยากรณ์อากาศของกรุงเทพมหานครประจำวันในช่วงนี้มีอุณหภูมิต่ำสุด 22 - 23°C และความชื้นสัมพัทธ์สูงขึ้นร้อยละ 75 - 85 ถือได้ว่าอากาศมีความร้อนขึ้นสูง ซึ่งเป็นสาเหตุให้มีการกระจายตัวของฝุ่น PM10 แตกต่างกันด้วย และทำให้การแพร่กระจายของปริมาณแบคทีเรียที่ติดปนเปื้อนกับฝุ่น PM10 แตกต่างไปด้วยเช่นกัน กิจกรรมของมนุษย์ เช่น การก่อสร้างก็มีส่วนเกี่ยวข้องด้วย พบว่าบริเวณวงเวียนโอเดียนมีการก่อสร้างอาคารที่พักอาศัยขนาดใหญ่ และที่บริเวณโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ก็มีการก่อสร้างรางวิ่งของรถไฟฟ้า และทางด่วน ซึ่งทั้ง 2 บริเวณนี้มีการดำเนินกิจกรรมไม่เป็นเวลาที่แน่นอน บางครั้งก็มีการทำกิจการในวันอาทิตย์ เช่นวันที่ 27, 28, 43, 51, 56 และ 65 ของการเก็บตัวอย่าง ซึ่งจะทำให้ปริมาณฝุ่น PM10 สูงแปรตามกิจกรรมการก่อสร้างทั้ง 2 บริเวณด้วย เพราะกิจกรรมจากการก่อสร้างจะมีฝุ่นดิน และกิจกรรมจากบ้านเรือน จะมีการกระจายของฝุ่น PM10 ค่อนข้างสูง (จุมพล ศิริสวัสดิ์, 2535) ประกอบกับการตรวจนับจำนวนรถทั้งหมดที่แล่นผ่านบริเวณที่เก็บตัวอย่างในเวลา 7 นาที (เวลาที่เก็บตัวอย่าง) พบว่าที่วงเวียนโอเดียนมีปริมาณรถเฉลี่ยครั้งละ 487 คัน ส่วนบริเวณโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์มีปริมาณรถเฉลี่ยครั้งละ 372 คัน ซึ่งก็เป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ปริมาณฝุ่น PM10 แตกต่างกันด้วย ปริมาณแบคทีเรียที่ได้จึงอาจแตกต่างกันด้วย

อย่างไรก็ตามการตรวจพบว่าฝุ่นลอยในอากาศ PM10 ของตัวอย่างวิจัยดังกล่าวนี้ ย่อมเป็นเครื่องบ่งชี้ให้เห็นว่าฝุ่นลอยในอากาศ PM10 มีการกระจายตัวอยู่เสมอ และมีแบคทีเรียปนเปื้อนติดมากับฝุ่น PM10 แน่นอน เป็นทั้งแบคทีเรียพวกที่อาจก่อโรค (pathogenic) และ/หรือไม่ก่อโรค (non-pathogenic) ซึ่งจะมีผลโดยตรงต่อระบบทางเดินหายใจซึ่งพวกก่อโรคก็จะทำให้เกิดโรคทางเดินหายใจ และอาจจะมีการปนเปื้อนจากฝุ่น PM10 มายังน้ำและอาหารได้ แม้พวกไม่ก่อโรค แต่หากได้รับในปริมาณที่มาก หรือได้รับบ่อย ๆ ก็สามารถทำให้ร่างกายเกิดโรคภูมิแพ้ขึ้นได้ (กนกรัตน์ ศิริพานิชกร, 2541)

นอกจากนี้ยังทำให้ทราบว่าการศึกษาด้วยเครื่องมือ Andersen sampler 2000 นี้ ทำให้สามารถแยกขนาดได้ 6 ช่วงขนาด ตั้งแต่ 0.65 ขนาดที่ใหญ่กว่า 7 ไมโครเมตร ซึ่งจะช่วยให้เราทราบถึงการกระจายตัวของฝุ่นละออง พร้อมกับการกระจายของปริมาณและชนิดของแบคทีเรียไปด้วยพร้อม ๆ กัน แต่ทั้งนี้ด้วยข้อจำกัดด้านเวลา งบประมาณ และเครื่องมือเก็บตัวอย่าง ค่าที่ทำการตรวจสอบวิเคราะห์ได้ทั้งหมดนี้จึงเป็นค่าของการทดสอบขั้นต้น ประกอบกับในประเทศไทยยังไม่มีแบคทีเรียชนิดใดบ่งชี้ว่าเป็นดัชนีของการปนเปื้อนเชื้อโรคในบรรยากาศ ดังนั้นจึงยังไม่สามารถที่จะใช้บ่งบอกถึงระดับความสกปรกของอากาศว่าอยู่ในระดับดีหรือเลวได้ ทั้งนี้เนื่องจากไม่มีการทดสอบ หรือตั้งเป็นมาตรฐานเดียวกับจำนวนแบคทีเรียไว้ให้เปรียบเทียบ ดังนั้นการปนเปื้อนความสกปรกของอากาศเนื่องจากฝุ่นละอองที่มีแบคทีเรียปะปนมา จึงเพียงแต่บอกได้ว่ามีระดับมากหรือน้อยเท่าใด ซึ่งพบว่าที่วงเวียนโอเดียนมีจำนวนตัวอย่างอากาศนอกอาคารซึ่งมีปริมาณการปนเปื้อนแบคทีเรียในระดับสูงมากกว่า ที่บริเวณโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์อย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ส่วนชนิดของแบคทีเรียก็จะต้องวิเคราะห์หาพวกที่จะพบได้มาก พบได้บ่อยที่สุด ทุกโอกาส ทุกฤดูกาล หรือทุกบริเวณที่ติดมากับฝุ่น PM10 และมีความคงทนต่อสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ทางอากาศ และการแพร่กระจายโดยติดปะปนไปกับฝุ่นได้ดีก็อาจถือได้ว่าแบคทีเรียชนิดนั้นเป็น airborne bacteria indicator ได้ ซึ่งจะต้องทำการศึกษาวิจัยต่อไป อย่างไรก็ตามข้อมูลที่ได้รับจากการศึกษานี้สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางสำหรับศึกษามาตรฐานจุลินทรีย์ในอากาศต่อไปเพื่อประเมินค่าระดับความสกปรก หรือการปนเปื้อนในอากาศ ใช้เป็นแนวทางป้องกันและควบคุมจุลินทรีย์ในอากาศเพื่อแก้ไขสภาวะการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ในอากาศของกรุงเทพมหานคร

ข้อเสนอแนะ

1. ควรดำเนินการตรวจสอบคุณภาพอากาศทางแบคทีเรียทั้ง 2 บริเวณนี้เป็นประจำ เพื่อจะได้ทราบถึงคุณภาพอากาศที่แท้จริงอยู่ตลอดเวลา และหาวิธี แก้ไขป้องกันได้ทันที ถ้ามีสิ่งผิดปกติเกิดขึ้น เช่น สืบสวนหาสาเหตุของการผิดปกติการเจ็บป่วย ของประชาชนบริเวณนั้น

2. ในการศึกษาครั้งต่อไป ควรจะมีการศึกษาที่บริเวณอื่น ๆ ในเขตกรุงเทพฯ และที่มีลักษณะภูมิประเทศแตกต่างจากบริเวณที่ศึกษา และเก็บในสภาวะอากาศต่าง ๆ กัน ในเวลาต่าง ๆ กัน ให้มีปริมาณมากเพียงพอที่จะนำมาจัดมาตรฐานของแบคทีเรียในอากาศ (bacteria hygienic standard) เพื่อจะบอกระดับการปนเปื้อนของแบคทีเรียในอากาศที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ

3. ควรจะต้องมีการศึกษาชนิดของแบคทีเรียที่ใช้เป็นดัชนี ที่ปะปนมากับอากาศ (PM10) ต่อน้ำหนักฝุ่นในกรุงเทพมหานคร ในทุก ๆ บริเวณและทุก ๆ ฤดูกาลที่พบบ่อย

4. ควรศึกษาการเกิดอาการเจ็บป่วยที่เกี่ยวข้องกับโรคทางเดินหายใจที่มาจากการติดเชื้อแบคทีเรียในอากาศ (airborne pathogenic bacteria) ควบคู่กับการศึกษาคุณภาพของอากาศในบริเวณนี้ด้วย ซึ่งอาจทำได้โดยใช้แบบสัมภาษณ์ควบคู่กันไปในสถานการณ์เดียวกันกับระยะเวลาที่ทำการเก็บตัวอย่างของอากาศบริเวณนี้

5. ฝุ่นละอองชนิดที่ลอยอยู่ในอากาศนั้นจะมีพวกจุลินทรีย์ชนิดต่าง ๆ ติดปะปนมาด้วย โดยเฉพาะแบคทีเรียที่ติดปะปนมามีทั้งชนิดทำให้เกิดโรค และไม่ทำให้เกิดโรคแบคทีเรียในกลุ่มที่ทำให้เกิดโรค ก็ไม่ได้มีเฉพาะชนิด ที่ทำให้เกิดการติดเชื้อทางบาดแผล และการติดเชื้อทางระบบหายใจเท่านั้น ยังมีแบคทีเรียในกลุ่มที่ทำให้การติดเชื้อของระบบทางเดินอาหารปะปนอยู่ด้วยจำนวนหนึ่ง แบคทีเรียชนิดต่าง ๆ ดังกล่าวมาแล้วเหล่านี้ยังสามารถมีชีวิตอยู่ได้โดยติดปะปนอยู่กับอนุภาคของฝุ่นละอองในอากาศ การที่จะลดจำนวนของแบคทีเรียที่ติดปะปนมากับฝุ่นละอองในอากาศ นอกจากการควบคุมแหล่งกำเนิดของฝุ่นละอองแล้ว ควรจะพิจารณาควบคุมแหล่งกำเนิดของแบคทีเรียด้วย โดยเฉพาะแบคทีเรียที่ทำให้เกิดการติดเชื้อของระบบทางเดินอาหารที่ติดปะปนมากับฝุ่นละอองนั้นน่าจะได้พิจารณาควบคุมแหล่งกำเนิดเป็นพิเศษ ก็จะช่วยทำให้สภาวะทางด้านการสุขาภิบาลของกรุงเทพมหานครดีขึ้น