

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและอภิปรายผลการวิจัย

5.1 สรุปผลการวิจัยและอภิปรายผลการวิจัย

จากการวิจัยสามารถสรุปประเด็นได้ดังนี้

5.1.1 การศึกษาการปนเปื้อนจุลินทรีย์ในอากาศของห้องปฏิบัติการคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยพายัพ พบว่า มีแบคทีเรียเฉลี่ยในช่วง 4.9 - 93.1 CFU/plate/h และเชื้อราเฉลี่ยในช่วง 17.1 - 87.0 CFU/plate/h เมื่อเปรียบเทียบกับค่าดัชนีปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศ (IMA) พบว่า โดยรวม ห้องปฏิบัติการทั้ง 6 ห้อง ของคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยพายัพ มีปริมาณจุลินทรีย์เฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์ ระดับดี แยก และแย่มากมีเพียงห้องปฏิบัติการฟิสิกส์ที่มีปริมาณแบคทีเรียในช่วงบ่ายอยู่ในระดับดีมาก ซึ่งเป็นที่น่าสังเกตว่า สาเหตุที่พบปริมาณจุลินทรีย์ในระดับแย่มากนั้น อาจเกิดจากช่วงเวลาเก็บ ตัวอย่างนั้น มีการทำให้จุลินทรีย์ในอากาศฟุ้งกระจายมากเกินไปจากการทำงานทำความสะอาดห้อง รวมถึงขณะนั้นสภาพอนามัยของผู้ที่ใช้ห้องปฏิบัติการอาจมีผู้ป่วย หรือผู้ติดเชื้อร่วมอยู่ เป็นต้น

ปริมาณแบคทีเรียและเชื้อราในช่วงเช้าพบสูงสุดในห้องปฏิบัติการชีวเคมี คือ 93.1 CFU/plate/h และ 87.0 CFU/plate/h ตามลำดับ และช่วงบ่ายพบปริมาณแบคทีเรียสูงสุดในห้องปฏิบัติการเคมี คือ 63.9 CFU/plate/h ส่วนปริมาณเชื้อราช่วงบ่ายพบสูงสุดในห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยาทางอาหาร คือ 76.3 CFU/plate/h นอกจากนี้ผลการศึกษายังแสดงให้เห็นว่าปริมาณจุลินทรีย์ ช่วงเช้าสูงกว่าช่วงบ่าย โดยปริมาณแบคทีเรียในช่วงเช้าสูงกว่าช่วงบ่ายจำนวน 5 ห้องปฏิบัติการ (ชีววิทยา, เคมี, ชีวเคมี, ฟิสิกส์ และจุลชีววิทยาทางอาหาร) และปริมาณเชื้อราในช่วงเช้าจะสูงกว่าช่วง

บ้ายจำนวน 5 ห้องปฏิบัติการ (ชีววิทยา, เคมี, ชีวเคมี, ฟิสิกส์ และสรีรวิทยาและกายวิภาคศาสตร์) ซึ่งแตกต่างจากงานวิจัยในประเทศโปแลนด์ กล่าวคือมีการศึกษาการปนเปื้อนจุลินทรีย์ในอากาศในห้องเรียนของมหาวิทยาลัยโปแลนด์พบว่า การเจริญเติบโตของแบคทีเรียและการเพิ่มขึ้นของสปอร์เชื้อราจะพบในช่วงเวลาตอนบ่าย (Stryjakowska-Sekulska, et al., 2007) แต่เนื่องจากเหตุผลสภาพพื้นที่และช่วงเวลาที่ทำการเก็บตัวอย่าง รวมถึงฤดูกาลที่ทำการเก็บตัวอย่างอาจมีผลต่อปริมาณจุลินทรีย์ที่ได้ ทั้งนี้จากผลการวิจัยของประเทศบังคลาเทศ พบปริมาณแบคทีเรียมากที่สุดในฤดูหนาว ฤดูร้อน และฤดูฝน ตามลำดับ (Bhowmick & Rashid, 2004) นอกจากนี้การถ่ายเทอากาศภายในห้องก็มีผลต่อปริมาณจุลินทรีย์เช่นกันเพราะจากการวิจัยในประเทศเยเมนยังพบว่า ในห้องที่ไม่มีอากาศถ่ายเทจะพบปริมาณแบคทีเรียสูงกว่าห้องที่มีอากาศถ่ายเทเพียงเล็กน้อย และห้องที่มีอากาศถ่ายเทดี ตามลำดับ (Al-Shahwaniet al., 2004)

ทั้งนี้การเก็บตัวอย่างจะเลือกในช่วงเวลาที่มีจะมีการเรียนการสอนปฏิบัติการทั้งช่วงเวลาเช้าและบ่าย คือ 9.00 – 10.00 น. และ 13.00 -14.00 น. แต่ช่วงเวลาค่ำเป็นเวลาด่วนใหญ่ที่มีการใช้ห้องปฏิบัติการเพื่อการเรียนการสอนทั้ง 6 ห้องปฏิบัติการ ทำให้เห็นว่ถึงแม้จะมีผู้คนและมีการทำกิจกรรมอยู่ภายในห้องปฏิบัติการ แต่ไม่มีผลต่อปริมาณเฉลี่ยของจุลินทรีย์ในอากาศ มีเพียงห้องปฏิบัติการสรีรวิทยาและกายวิภาคศาสตร์ และห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยาทางอาหารเท่านั้นที่มีปริมาณแบคทีเรียและเชื้อราช่วงบ่ายสูงกว่าช่วงเช้า ตามลำดับ ซึ่งอาจเป็นเพราะปัจจัยหลายอย่าง เช่น การถ่ายเทอากาศอาจมีคุณภาพดีกว่าตอนที่ยังไม่มีการใช้ห้องปฏิบัติการ อีกทั้งในช่วงเวลาบ่ายอุณหภูมิโดยเฉลี่ยอาจจะสูงกว่าช่วงเวลาเช้า ทำให้ปริมาณแบคทีเรียและโดยอย่างยิ่งเชื้อราที่อาศัยความชื้นในการเจริญเติบโตพบปริมาณลดลง หรือเพราะช่วงเวลาค่ำขณะเก็บตัวอย่างมีการทำความสะอาดห้องด้วยการกวาด เช็ดถู และดูดฝุ่น วิธีนี้ไม่สามารถลดจำนวนเชื้อราและแบคทีเรียลงได้ ทั้งนี้เนื่องจากการกวาดพื้นหรือดูดฝุ่น ทำให้จุลินทรีย์โดยเฉพาะเชื้อราที่มีสปอร์เบา พุ้งกระจายในอากาศ (พัลลพ ดันแก้ว, ผาณิตา โกมลมาลย์, จงกล ใจมูลวงศ์, เพราพิลาศ อินตะยศ และบงกชวรรณ สุตะพาหะ, 2552) เป็นต้น

สำหรับการกระจายตัวของปริมาณจุลินทรีย์ในอากาศเปรียบเทียบทั้ง 6 ห้องปฏิบัติการในช่วงเวลา 1 เดือน พบว่าในแต่ละห้องปฏิบัติการมีช่วงที่ปริมาณจุลินทรีย์สูงสุดแตกต่างกัน เช่น ห้องปฏิบัติการชีววิทยาพบปริมาณเชื้อราช่วงเวลาค่ำสูงสุดในวันอังคารที่ 7 กุมภาพันธ์ 2555 แต่ห้องปฏิบัติการสรีรวิทยาและกายวิภาคศาสตร์ พบปริมาณเชื้อราช่วงเวลาค่ำสูงสุดในวันศุกร์ที่ 3 กุมภาพันธ์ 2555 เป็นต้น โดยไม่พบช่วงที่มีปริมาณจุลินทรีย์สูงสุดซ้ำกันเลย แต่ถ้าพิจารณาเพียงแค่แต่ละห้องปฏิบัติการ ช่วงเวลาที่มีแนวโน้มปริมาณจุลินทรีย์สูงขึ้นพร้อมกันนั้นจะพบในห้องปฏิบัติการ

ชีววิทยาช่วงวันอังคารที่ 21 กุมภาพันธ์ 2555 และห้องปฏิบัติการสรีรวิทยาและกายวิภาคศาสตร์ในวันศุกร์ที่ 10 กุมภาพันธ์ 2555

จากข้อมูลปริมาณจุลินทรีย์ที่เก็บตัวอย่างในช่วงเวลา 1 เดือน พบว่าหลังจากวันหยุดเสาร์อาทิตย์ซึ่งเป็นช่วงที่ไม่มีการเก็บตัวอย่างจุลินทรีย์ในอากาศ คือ วันจันทร์มีปริมาณจุลินทรีย์สูงสุด ได้แก่ปริมาณแบคทีเรียในช่วงเวลาเช้าของห้องปฏิบัติการชีววิทยา ปริมาณเชื้อราในช่วงเวลาบ่ายของห้องปฏิบัติการสรีรวิทยาและกายวิภาคศาสตร์ ปริมาณแบคทีเรียและเชื้อราในช่วงเวลาเช้าของห้องปฏิบัติการชีวเคมี และปริมาณแบคทีเรียและเชื้อราในช่วงเวลาเช้าของห้องปฏิบัติการฟิสิกส์ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการปิดห้องปฏิบัติการ ไม่มีการถ่ายเทอากาศ รวมถึงการทำความสะอาด หรือใช้ห้องเพื่อการเรียนการสอน ทำให้ปริมาณจุลินทรีย์ในอากาศมีการสะสมและพบในปริมาณสูงขึ้นได้

จากการวิเคราะห์พบว่า ค่าเฉลี่ยปริมาณชนิดของแบคทีเรียโดยรวมทั้ง 6 ห้องปฏิบัติการ ช่วงเวลาเช้า พบ *Bacillus* sp. (74%) , *Staphylococcus aureus* (24%) และแบคทีเรียแกรมลบรูปแท่ง (2%) ส่วนช่วงเวลาบ่าย พบปริมาณเฉลี่ยเชื้อ *Bacillus* sp. (55%), *Staphylococcus aureus* (40%) และแบคทีเรียแกรมลบรูปแท่ง (5%) จากผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับหลายงานวิจัยที่พบเชื้อ *Bacillus* sp. และ *Staphylococcus aureus* บ่อยที่สุด (Karwowska, 2003; Stryjakowska-Sekulska, et al., 2007; Bhowmick & Rashid, 2004; Onvimol, et al., 1999; Di Giulio M, et al., 2010; ศิริพร ศรีเทวิน และ กาญจนา นาคะพินธุ, 2555; พัลลพ ต้นแก้ว และคณะ, 2552) บริเวณที่พบ *S. aureus* มากที่สุดคือ บริเวณทางเดินหายใจส่วนหน้า และคอหอย อีกทั้งยังพบในบริเวณอื่นของร่างกาย ในสิ่งแวดล้อมและอาหารต่างๆ (วรัญญา แสงเพชรส่อง, 2529) ส่วน *Bacillus* sp. พบทั่วไปในดิน บางครั้งพบในสัตว์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในแมลง เป็นปรสิตหรือก่อโรค (Michael & Roger, 1965)

แต่เชื้อทั้งสองชนิดนี้เป็นเชื้อชนิดไม่ก่อโรค (Non-pathogenic organisms) ซึ่งเป็นเชื้อประจำถิ่น (Normal flora) โดยจะไม่ก่อโรคในคนปกติ แต่จะก่อโรคเฉพาะกับคนที่มีร่างกายอ่อนแอ และมีภูมิคุ้มกันโรคต่ำเท่านั้น (ศิริพร ศรีเทวิน และ กาญจนา นาคะพินธุ, 2555) โดยโรคที่เกี่ยวกับทางเดินหายใจซึ่งค่อนข้างอันตรายที่มีสาเหตุจาก *S. aureus* ได้แก่ ปอดบวม (Pneumonia) หนองในช่องเยื่อหุ้มปอด (Empyema) และหนองในช่องเยื่อหุ้มหัวใจ (Pyopericardium) การติดเชื้อในกระแสโลหิต (Septicemia) และการอักเสบของเยื่อหุ้มหัวใจ (Infective endocarditis) เป็นต้น (วรัญญา แสงเพชรส่อง, 2529) ส่วน *Bacillus* sp. จะทำให้เกิดอาการอาเจียน ท้องร่วง อาการอาเจียนจะคล้ายคลึงกับ Staphylococcal food poisoning (Elmer, et al., 1988)

ส่วนเชื้อรา จากข้อมูลงานวิจัยในต่างประเทศหลายงานวิจัย พบว่าเชื้อราที่พบบ่อยที่สุด คือ *Aspergillus* sp. และ *Penicillium* sp. แต่เชื้อ *Curvularia* sp. พบได้น้อยซึ่งสอดคล้องกับผลงานวิจัยครั้งนี้ (Pakshir, et al., 2007) แต่นอกจากเชื้อราทั้ง 3 ชนิดที่ต้องการตรวจหาแล้ว เชื้อราในอากาศของห้องปฏิบัติการ 6 ห้องที่พบในปริมาณมากที่สุด ก็คือ *Cladosporium* sp. นอกจากนี้ยังมีเชื้อราชนิดอื่นที่จัดจำแนก ได้แก่ *Alternaria* sp., *Fusarium* sp., *Rhizopus* sp. และ *Mucor* sp. ซึ่งตรงกับงานวิจัยของประเทศโปแลนด์โดยศึกษาการปนเปื้อนจุลินทรีย์ในอากาศของห้องเรียน พบเชื้อราชนิด *Aspergillus* spp., *Penicillium* spp., *Rhizopus* spp., *Cladosporium* spp. และ *Alternaria* spp. (Stryjakowska-Sekulska, et al., 2007) เช่นเดียวกับงานวิจัยการตรวจจุลินทรีย์ในอากาศของมหาวิทยาลัยโปแลนด์ คือ พบเชื้อรา ซึ่งมีสองสายพันธุ์ที่ก่อโรคทางเดินหายใจคือ *Cladosporium* และ *Alternaria* (Bugajny, et al., 2005) นอกจากนี้ในประเทศอิหร่าน ได้ศึกษาจากปริมาณและชนิดของเชื้อราก่อโรคในอากาศของ 2 โรงพยาบาลในเมือง Shiraz ชนิดเชื้อราที่พบมากที่สุดคือ *Cladosporium* และตามมาด้วย *Aspergillus* spp. เป็นต้น (Pakshir, et al., 2007)

เมื่อนำข้อมูลปริมาณชนิดของจุลินทรีย์มาเปรียบเทียบกับงานวิจัยในต่างประเทศ พบว่า จากงานวิจัยในประเทศอิหร่านได้ศึกษาปริมาณและชนิดของเชื้อราก่อโรคในอากาศที่โรงพยาบาลในเมือง Shiraz โดยใช้หลักการ settle plate พบเชื้อรา *Cladosporium* sp., *Penicillium* sp., *Aspergillus* spp. และ *Curvularia* sp. ในโรงพยาบาล A เท่ากับ 64%, 20%, 13%, 3% และในโรงพยาบาล B เท่ากับ 47%, 36%, 14%, 3% ตามลำดับ (Pakshir, et al., 2007) ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัยครั้งนี้จะเห็นว่า พบเชื้อรา *Cladosporium* sp., *Penicillium* sp., *Aspergillus* spp. และ *Curvularia* sp. เท่ากับ 77%, 14%, 8%, 2% ตามลำดับ ซึ่งผลการศึกษางานวิจัยในครั้งนี้พบปริมาณเชื้อราอยู่ในระดับที่ต่ำกว่าจากโรงพยาบาลทั้งสองแห่งในประเทศอิหร่าน ยกเว้นเพียงแค่ปริมาณเชื้อรา *Cladosporium* sp. ที่พบในระดับสูงกว่า นอกจากนี้ในประเทศไทย ได้ทำการวิจัยการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ในบรรยากาศในโรงพยาบาลขนาดที่แตกต่างกัน จากโรงพยาบาลชุมชน 3 แห่ง โดยใช้หลักการ open plate ในการตรวจเชื้อ พบว่ามีปริมาณแบคทีเรีย *Bacillus* spp. และเชื้อรา *Aspergillus* sp. ในโรงพยาบาลขนาด 30 เตียง, โรงพยาบาลขนาด 90 เตียง และโรงพยาบาลขนาด 120 เตียง ดังนี้ 230.72 CFU/ft² และ 258.02 CFU/ft², 233.13 CFU/ft² และ 290.92 CFU/ft², 267.21 CFU/ft² และ 383.88 CFU/ft² ตามลำดับ (ศิริพร ศรีทวี และ กาญจนา นาคะพินทุ, 2555) นำมาเปรียบเทียบกับผลการวิจัยในครั้งนี้โดยเปลี่ยนหน่วยให้เหมือนกัน พบว่ามีปริมาณแบคทีเรีย *Bacillus* spp. และเชื้อรา *Aspergillus* sp. จากห้องปฏิบัติการคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยพายัพ เท่ากับ 183.49 CFU/ft² และ 55.18 CFU/ft²

ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นว่าปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งสองชนิดจากห้องปฏิบัติการคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยพายัพ อยู่ในระดับที่ต่ำกว่าโรงพยาบาลทั้ง 3 ขนาด

5.1.2 เมื่อเปรียบเทียบปริมาณจุลินทรีย์ในอากาศ พบว่าปริมาณแบคทีเรียและเชื้อราที่พบในอากาศทั้ง 6 ห้องทั้งช่วงเวลาเช้าและช่วงเวลากลางวัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างน้อยคู่ใดคู่หนึ่ง ($p < 0.05$) โดยพบความแตกต่างของปริมาณแบคทีเรียในช่วงเช้าด้วยกันทั้งหมด 8 คู่ พบความแตกต่างของปริมาณแบคทีเรียในช่วงบ่าย 10 คู่ ส่วนปริมาณเชื้อราพบความแตกต่างในช่วงเช้าทั้งหมด 11 คู่ ส่วนช่วงบ่ายพบความแตกต่าง 8 คู่ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยที่ศึกษาปริมาณแบคทีเรียและเชื้อราในอากาศในห้องเรียนของมหาวิทยาลัยประเทศโปแลนด์ โดยพบ จุลินทรีย์ในอากาศของแต่ละห้องมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Stryjakowska-Sekulska, et al., 2007)

5.1.3 เมื่อเปรียบเทียบปริมาณจุลินทรีย์ในอากาศโดยแยกเป็นช่วงเช้าและช่วงบ่ายของแต่ละห้องปฏิบัติการ พบว่า ปริมาณแบคทีเรียและเชื้อราที่พบในอากาศในแต่ละช่วงเวลามีความแตกต่างกัน โดยรวมจะมีความแตกต่างทั้งแบคทีเรียและเชื้อรา หรือแบคทีเรีย หรือเชื้อรา มีเพียงห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยาทางอาหารเท่านั้น ที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างช่วงเวลาทั้งปริมาณเชื้อราและแบคทีเรีย ($p > 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัยในประเทศโปแลนด์ ซึ่งทำการศึกษาปริมาณแบคทีเรียและเชื้อราในอากาศของห้องเรียนในแต่ละช่วงเวลาเช่นกัน พบว่าปริมาณแบคทีเรียและเชื้อราในช่วงเวลาเช้าและช่วงเวลากลางวันมีความแตกต่างกัน โดยเฉลี่ยจะพบปริมาณแบคทีเรียและเชื้อราในช่วงเวลาบ่ายสูงกว่าช่วงเวลาเช้า (Stryjakowska-Sekulska, et al., 2007)

5.2 ข้อสังเกตและข้อเสนอแนะจากการวิจัย

5.2.1 จากการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นที่น่าสังเกตว่าข้อมูลที่ได้พบปริมาณจุลินทรีย์ในห้องปฏิบัติการแตกต่างกันอย่างมากโดยเฉพาะบางห้องปฏิบัติการที่ไม่ได้มีการเรียนการสอนปฏิบัติการ มีเพียงการใช้ห้องเพื่อเรียนภาคบรรยายและใช้ในช่วงเวลาสั้นๆ แต่ก็พบปริมาณจุลินทรีย์ที่อยู่ในระดับสูงอย่างเช่น ห้องปฏิบัติการชีววิทยา ในขณะที่ห้องปฏิบัติการฟิสิกส์ ถึงแม้จะพบปริมาณจุลินทรีย์ในระดับต่ำ แต่พบเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคได้แก่ แบคทีเรียแกรมลบรูปแท่ง อยู่ในอันดับต้นๆ

5.2.2 ควรมีการศึกษาปัจจัยต่างๆ ร่วมด้วยเช่น ระบบการถ่ายเทอากาศ ความถี่ในการใช้ห้อง รวมถึงปริมาณคนที่ใช้ห้องปฏิบัติการเปรียบเทียบกับปริมาณเชื้อที่พบ บันทึกข้อมูลการทำความสะอาดห้องในแต่ละครั้ง รวมถึงปริมาณผู้เจ็บป่วยที่เข้าใช้ห้องปฏิบัติการ ซึ่งข้อมูลที่ได้จะทำให้สามารถระบุได้ชัดเจนว่าสาเหตุใดที่ทำให้ห้องปฏิบัติการมีการปนเปื้อนจุลินทรีย์ทางอากาศที่มากเกินไปเกินมาตรฐาน เพื่อเป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหาที่เหมาะสมและถูกต้องต่อไป