

บทที่ 5

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

บทสรุป

วัตถุประสงค์ของโครงการ “การกระจายและฤทธิ์การก่อกลายพันธุ์ของอนุภาคฝุ่นขนาดเล็ก (พีเอ็ม_{2.5}) ในอากาศภายนอกและภายในอาคาร วิทยาเขตเวียงบัว มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่” มี 2 ประการ คือ

ประการแรก เพื่อหาการกระจายของระดับอนุภาคฝุ่นขนาดเล็ก (พีเอ็ม_{2.5}) ในอากาศแล้วนำมาเปรียบเทียบระหว่างอากาศภายนอกและอากาศภายในอาคารที่มีและไม่มีเครื่องปรับอากาศ

ประการที่สอง เพื่อวิเคราะห์ฤทธิ์การก่อกลายพันธุ์บนเป็อนในอนุภาคฝุ่นขนาดเล็กในอากาศภายนอกและภายในอาคารที่มีและไม่มีเครื่องปรับอากาศ

ทำการตรวจวัดหาระดับรายวันของอนุภาคฝุ่นขนาดเล็ก 2.5 ไมโครเมตร (พีเอ็ม_{2.5}) ในอากาศภายนอกและภายในอาคาร วิทยาเขตเวียงบัว มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ ระหว่างเดือนธันวาคม 2550 ถึง เดือน เมษายน 2551 อนุภาคฝุ่นขนาดเล็กถูกเก็บด้วยกระดาษกรองที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางขนาด 47 มิลลิเมตร โดยใช้เครื่องเก็บอากาศขนาดเล็ก

ซึ่งนำหนักที่เปลี่ยนไปของกระดาษกรอง (ก่อนเก็บและหลังเก็บอากาศครบ 24 ชั่วโมง) โดยเครื่องซั่ง 6 ตำแหน่ง ส่วนข้อมูลทางอุตุนิยมหาวิทยาลัยที่ระดับความสูงจากพื้น 6 เมตร ได้ข้อมูลจากสถานีอุตุนิยมหาวิทยาลัยภาคเหนือที่อยู่ใกล้กับจุดเก็บตัวอย่าง คำนวณหาปริมาณอนุภาคฝุ่นขนาดเล็กต่อปริมาตรอากาศ หน่วยเป็น ไมโครกรัม/ลบ.ม. ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

ทำการสกัดแผ่นกรองเก็บอนุภาคฝุ่นขนาดเล็กด้วยสารตัวทำละลายไดคลอโรมีเทน โดยใช้เครื่องแรงสั่นสะเทือนด้วยความถี่สูง แล้วนำไปทดสอบเอ็มส์ใช้แบคทีเรีย *Salmonella typhimurium* สายพันธุ์ TA 98 และ TA 100 เป็นตัวทดสอบ

1. การกระจายของระดับอนุภาคฝุ่นขนาดเล็ก 2.5 ไมโครเมตร (พีเอ็ม_{2.5})

ผลการวิจัยพบว่าค่าเฉลี่ยรายเดือนของอนุภาคฝุ่นขนาดเล็ก(พีเอ็ม_{2.5}) โดยน้ำหนักภายนอกอาคารอยู่ในช่วง 25.22 ถึง 53.31 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร เปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยรายเดือนของอนุภาคฝุ่นภายในอาคารที่มีและไม่มีเครื่องปรับอากาศ อยู่ในช่วง 17.34 ถึง 35.61 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และ 19.93 ถึง 43.30 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ พบว่าค่าเฉลี่ยรายเดือนของอนุภาคฝุ่นขนาดเล็กของอากาศภายนอก จะมากกว่าอากาศภายในอาคารที่ไม่มีเครื่องปรับอากาศ และอากาศภายในอาคารที่มีเครื่องปรับอากาศ

2. ฤทธิ์การก่อกลายพันธุ์ปนเปื้อนในอนุภาคฝุ่นขนาดเล็ก

ฤทธิ์การก่อกลายพันธุ์ต่อเชื้อแบคทีเรีย *สัลโมเนลลา รัชฟีมิวเรียม* สายพันธุ์ TA98 และ TA100 ในภาวะที่มีหรือไม่มีการกระตุ้นด้วยเอนไซม์ พบว่ามีผลต่อการกลายพันธุ์ของแบคทีเรียดังกล่าวทั้งแบบโดยตรงและโดยผ่านเอนไซม์ โดยตรวจพบฤทธิ์การก่อกลายพันธุ์มากที่สุดทั้งอากาศภายนอกและภายในอาคาร ฤทธิ์การก่อการกลายพันธุ์ของอนุภาคฝุ่นขนาดเล็ก (พีเอ็ม_{2.5}) ไม่มีความแตกต่างกัน ที่เก็บตัวอย่างมาจากอากาศภายนอกและภายในอาคารในช่วงเวลาเดียวกัน ซึ่งมาจากแหล่งกำเนิดของอนุภาคฝุ่นขนาดเล็กเป็นแหล่งเดียวกัน

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในเชิงนโยบาย

ข้อเสนอแนะในเชิงนโยบาย มีวัตถุประสงค์ต้องการให้มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ และสถาบันการศึกษา ได้ทราบข้อเสนอแนะในการปรับปรุงคุณภาพอากาศภายในอาคารและปัจจัยอื่นๆ ที่มีผลต่อความสบายและมีประสิทธิภาพของผู้ที่ทำงาน อยู่ในอาคารปิด ได้แก่ กลิ่น อุณหภูมิที่ร้อน หรือหนาวเกินไป ความเร็วลม การหมุนเวียนอากาศที่ไม่ดี ความร้อน หรือแสงจ้าจากดวงอาทิตย์ / หลอดไฟ โดยเฉพาะ จากจอคอมพิวเตอร์ ความแออัดของคน เฟอร์นิเจอร์ ความรู้สึกต่อปัญหาทางกายภาพ เช่น สถานที่ตั้ง สภาพแวดล้อม ความสวยงามในการออกแบบสำนักงาน การจัดสภาพงานให้เหมาะสมกับคนทำงาน ระดับเสียง ความสิ้นสะอาด เป็นต้น

อย่างไรก็ตามผลกระทบต่อสุขภาพยังขึ้นอยู่กับปัจจัยของบุคคลด้วย กล่าวคือ การตอบสนองของแต่ละบุคคล จะมีความแตกต่างกันไป แม้ว่าจะสัมผัสมลพิษชนิดเดียวกัน ที่ความเข้มข้นใกล้เคียงกันก็ตาม เช่น ในคนที่เป็นโรคหอบหืด หรือมีปัญหาระบบทางเดินหายใจ เมื่อสัมผัสกับสารระคายเคือง เช่น ควันบุหรี่ แก๊ส หรืออนุภาคที่มาจากแหล่งกำเนิด ภายในอาคาร ก็อาจแสดงอาการที่รุนแรงกว่าคนอื่นๆ ในที่เดียวกันได้ ปัจจัยอื่นๆ ที่มีผลต่อความสบาย และประสิทธิภาพ

1.1 การระบายอากาศที่ไม่เพียงพอ

ด้วยเหตุผลของการประหยัดพลังงาน ส่งผลให้มีการนำอากาศบริสุทธิ์ จากภายนอกเข้าสู่อาคารไม่เพียงพอ ทำให้เกิดการสะสมของกลิ่น เชื้อโรค และสารระคายเคืองต่างๆ ในอากาศที่หมุนเวียนภายในอาคาร ส่วนมากมักพบในอาคารที่ก่อสร้างซึ่งมักมีช่องอากาศบริสุทธิ์ค่อนข้างเล็ก และตัวอาคารค่อนข้างแน่นหนา บางครั้งอาจเกิดจากความจงใจ ของผู้ดูแลอาคารที่ต้องการลดค่าใช้จ่าย ด้านพลังงานของระบบปรับอากาศ จึงปิดช่องทางเข้าของอากาศบริสุทธิ์

1.2 สิ่งปนเปื้อนด้านเคมีจากแหล่งกำเนิดในอาคาร

แหล่งมลพิษด้านเคมีที่เกิดจากกิจกรรมภายในอาคาร ได้แก่ การสูบบุหรี่ การใช้สารกำจัดแมลง และปลวก การใช้แก๊สหุงต้ม มลพิษที่ปล่อยออกจากผลิตภัณฑ์ต่างๆ ที่ใช้ในอาคาร เช่น อุปกรณ์สำนักงาน พงษ์ภัณฑ์จากเครื่องพิมพ์ หรือเครื่องถ่ายเอกสาร อุปกรณ์เครื่องจักรต่างๆ ที่กำลังทำงาน ผลิตภัณฑ์ทำความสะอาด นอกจากนี้วัสดุภายในอาคารที่มักปล่อยสารระเหย ของสารเคมีออกมา ได้แก่ สีทาที่ใช้น้ำมันของแผ่นไม้อัด เฟอร์นิเจอร์ พรมปูพื้น แผ่นโวนิลปิดผนัง วัสดุบุผนัง และพื้น ซึ่งอาจปล่อย Volatile organic compounds (VOCs) เช่น formaldehyde ในระดับที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพได้ ทั้งนี้สาร formaldehyde เป็นสารเคมีที่มีกลิ่นฉุน มักพบในสารที่ใช้ทำกาว

1.3 สิ่งปนเปื้อนด้านเคมีจากแหล่งกำเนิดภายในอาคาร

มลพิษที่ปนเปื้อนในอากาศภายนอกอาคาร เมื่อเข้าสู่อาคารได้ ก็เป็นปัญหาคุณภาพอากาศภายในอาคารเช่นกัน ยกตัวอย่างเช่น

1.3.1 ไอเสียจากรถยนต์ เกิดจากเผาไหม้ของเชื้อเพลิงที่ไม่สมบูรณ์ ทำให้เกิดก๊าซและอนุภาคในขนาดที่เข้าสู่ทางเดินหายใจได้ (ต่ำกว่า 10 ไมโครเมตร) ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) เมื่อเข้าสู่ร่างกาย จะส่งผลให้เม็ดเลือดแดง ไม่สามารถรับออกซิเจนไปเลี้ยงส่วนต่างๆ ของร่างกายได้ ทำให้เกิดอาการวิงเวียน ปวดศีรษะ อาเจียน อ่อนเพลีย หงุดหงิด ความรู้สึกสับสน ถ้าได้รับในปริมาณมาก อาจทำให้หมดสติ หรือเสียชีวิตได้ ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO₂) ทำให้เกิดการระคายเคืองต่อผิวหนัง เยื่อเมือกในตา จมูก และคอ เกิดอาการเจ็บหน้าอก ไอ หายใจขัด ภูมิแพ้ทางเดินหายใจลดลง และก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO₂) ทำให้เกิดความระคายเคืองต่อทางเดินหายใจ

1.3.2 ก๊าซเรดอน (Radon) เข้าสู่อาคารผ่านทางพื้นชั้นล่าง หรือฐานราก เกิดจากการสลายตัวของธาตุกัมมันตรังสี ที่มีอยู่ในดิน เช่น Uranium และ Thorium มีลักษณะเป็นก๊าซเฉื่อย ไม่ทำปฏิกิริยากับวัตถุอื่น แต่จะลอย หรือปนกับน้ำที่ซึมเข้าสู่ตัวอาคาร แล้วฟุ้งกระจายไปในอากาศ ในระดับต่ำไม่เกิน 2 ชั้น จากฐานรากของตัวอาคาร การสลายตัวของเรดอน จะเกิดสารตัวใหม่ ซึ่งสามารถรวมตัวกับฝุ่นละอองขนาดเล็กในอากาศได้ เมื่อหายใจเอาอนุภาคเหล่านี้เข้าไป ก็จะตกค้างอยู่ที่ปอด ทำให้เกิดมะเร็งปอดได้

1.3.3 สิ่งปนเปื้อนด้านชีวภาพ จุลินทรีย์ที่อาจพบได้ในอาคาร คือ แบคทีเรีย โดยเฉพาะตัวที่ทำให้เกิดปัญหารุนแรง คือ เชื้อลีสทีโอเนลล่า นิวโมฟีลา ซึ่งพบได้ในหอผึ่งน้ำ (Cooling Tower) ของระบบปรับอากาศรวม และสามารถถูกแพร่กระจายตามท่อ ส่งอากาศ ไปตามส่วนต่างๆ ของอาคารได้ นอกจากนี้ยังอาจพบไวรัส เชื้อรา ราฝุ่น ละอองเกสรดอกไม้ ฯลฯ จุลินทรีย์ส่วนใหญ่

เจริญเติบโตได้ดี ในบริเวณที่ชื้นแฉะ และสกปรกในระบบปรับอากาศ เช่น ที่แผงกรองอากาศ (Air Filter) คอยด์ทำความเย็น ท่อส่งลมเย็น สาเหตุมาจากการบำรุงรักษา / การทำความสะอาดที่ไม่ดีพอ การมีน้ำรั่วอยู่ตลอดเวลา การควบคุมความชื้นที่ไม่เพียงพอ การควบแน่น หรือการกระทำของผู้อาศัย การไม่มีที่กรองอากาศ การสัมผัสสิ่งปนเปื้อนด้านชีวภาพ ในอาคาร เป็นสาเหตุให้เกิดอาการ ไอ แน่นหน้าอก เป็นไข้ หนาวสั่น ปวดกล้ามเนื้อ และมีอาการภูมิแพ้ เช่น ระคายเคืองเยื่อเมือกทางเดินหายใจส่วนต้นตีบตัน อาการภูมิแพ้เฉพาะบุคคลนั้น มีส่วนสำคัญในการเกิดโรคหอบหืด และเกิดโรคแทรกซ้อนในบางราย ที่มีสภาวะภูมิคุ้มกันบกพร่อง

2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

ปัญหาหรือโจทย์ในการวิจัยเพิ่มเติม จากการศึกษาโครงการ “การกระจายและฤทธิ์การก่อกลายพันธุ์ของอนุภาคฝุ่นขนาดเล็ก (พีเอ็ม_{2.5}) ในอากาศภายนอกและภายในอาคาร วิทยาเขตเวียงบัว มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่” ควรทำการประเมินคุณภาพอากาศภายในอาคาร วิทยาเขตเวียงบัว มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ อย่างต่อเนื่อง โดยมีหลักการดำเนินงาน ดังนี้

2.1 ดำเนินการเก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่นขนาดเล็กจากอากาศในบริเวณต่างๆ ของอาคาร เพื่อนำมาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของอนุภาคฝุ่นขนาดเล็ก

2.2 ดำเนินการเก็บตัวอย่างจุลินทรีย์จากอากาศในบริเวณต่างๆ ของอาคาร เพื่อประเมินความรุนแรงและกำหนดพื้นที่เสี่ยงจากปัญหาดังกล่าว

2.3 ตรวจวัดอัตราการนำอากาศภายนอกเข้ามาในอาคาร (air intake) เพื่อประเมินปริมาณการนำอากาศภายนอกเข้ามาในอาคารว่าเพียงพอกับกำลังพลที่ทำงานในอาคารดังกล่าวหรือไม่

2.4 เก็บตัวอย่างน้ำจากท่อฝั้วเย็น ถังเก็บน้ำ และน้ำจากระบบทำความเย็น เพื่อตรวจวิเคราะห์หาเชื้อลีจิโอเนลลา และ มีโอกาสที่จะปนเปื้อนเข้ามาในอาคารสำนักงาน และอาจเป็นสาเหตุหนึ่งในการที่ก่้างพลเกิดโรคทางเดินหายใจ

2.5 สสำรวจความคิดเห็นของ คณาจารย์ บุคลากร และนักศึกษาเกี่ยวกับคุณภาพอากาศในอาคาร โดยการใช้แบบสอบถาม เพื่อสอบถามความคิดเห็นของคณาจารย์ บุคลากร และนักศึกษาต่อความสัมพันธ์กับอาการเจ็บป่วย และ คุณภาพอากาศในอาคาร