

บทที่ 4

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

ผลการวิจัย

1. การกระจายของระดับอนุภาคฝุ่นขนาดเล็ก 2.5 ไมโครเมตร (พีเอ็ม2.5)

ระดับรายวันโดยเฉลี่ย ค่าสูงสุด และค่าต่ำสุดของอนุภาคฝุ่นขนาดเล็ก 2.5 ไมโครเมตร (พีเอ็ม2.5) ในอากาศภายนอกและภายในอาคาร วิทยาเขตเวียงบัว มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ ระหว่างเดือนธันวาคม 2550 ถึง เดือน เมษายน 2551 ผลแสดงในตารางที่ 4.1-4.3 ระดับรายวันของอนุภาคฝุ่นขนาดเล็กของอากาศภายนอกและภายในอาคารที่มีและไม่มีเครื่องปรับอากาศ อยู่ในช่วง 7.60 - 113.09, 6.84 - 101.78, และ 5.32 - 79.16 ไมโครกรัม/ลบ.ม. ตามลำดับ ซึ่งมีค่ามากกว่าค่ามาตรฐานซึ่งกำหนดไว้ที่ 35 ไมโครกรัม/ลบ.ม. ซึ่งกำหนดโดย USEPA (USEPA, 1998) มีค่าสูงเมื่อเทียบกับช่วงเดือนอื่นๆ

ระดับรายวันของอนุภาคฝุ่นขนาดเล็กของอากาศภายนอก จะมากกว่าอากาศภายในอาคารที่ไม่มีเครื่องปรับอากาศ และอากาศภายในอาคารที่มีเครื่องปรับอากาศ โดยมีค่าเฉลี่ยรายเดือนในช่วงเดือนมีนาคม เท่ากับ 53.31(±17.34), 43.30(±14.65) และ 35.61(±12.00) ไมโครกรัม/ลบ.ม. ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่าจำนวนวันที่ระดับรายวันของอนุภาคฝุ่นขนาดเล็กที่มีค่ามากกว่าค่ามาตรฐานซึ่งกำหนดไว้ที่ 35 ไมโครกรัม/ลบ.ม. เท่ากับ 29, 21, และ 14 วัน ตามลำดับ ซึ่งลักษณะรูปแบบการเพิ่มขึ้นและลดลงของอนุภาคฝุ่นขนาดเล็กของอากาศภายนอกและภายในอาคารมีลักษณะคล้ายกัน ในบางช่วงระดับอนุภาคฝุ่นขนาดเล็กของอากาศภายในอาจสูงกว่าอากาศภายนอกอาคาร ซึ่งอาจมาจากแหล่งกำเนิดฝุ่นและกิจกรรมภายในอาคาร แหล่งกำเนิดมลพิษบริเวณภายนอกและภายในอาคาร วิทยาเขตเวียงบัว มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ ส่วนใหญ่จะมาจากการเผาไหม้ของยานยนต์ เพราะพื้นที่อยู่ใกล้บริเวณที่มีการจราจรติดขัดซึ่งผลการวิจัยมีความสอดคล้องกับงานวิจัยที่ผ่านมา (Bi, X., Sheng, G., Feng, Y., Fu, J., Xie, J., 2005; Collier, A.C., Dandge, S.D., Woodrow, J.E., Pritsos, C.A., 2005; Willers, S., Gerhardsson, L., Lundh, T., 2005)

ถ้านำไปเปรียบเทียบกับระดับรายวันของอนุภาคฝุ่นขนาดเล็กกับประเทศตะวันตก พบว่าระดับอนุภาคฝุ่นขนาดเล็กของอากาศภายนอกและภายในอาคาร มีค่าสูงกว่า (Haller, L., Claiborn, C., Larson, T., Koenig, J., Norris, G., Edgar, R., 1999; Jones, N.C., Thornton, C.A., Mark, D., Harrison, R.M., 2000; Neas, L.M., Dockery, D.W., Ware, J.H., Spengler, J.D., Ferris Jr., B.G.,

Spizer, F.E., 1994; Phillips, K., Howard, D.A., Bentley, M.C., Alvan, G., 1998; Phillips, K., Howard, D.A., Bentley, M.C., Alvan, G., 1997) และมีค่าใกล้เคียงกับประเทศในทวีปเอเชีย (Hirosihi, N., Masanori, I., Manabu, S., Sadanori, K., Masaji, O., 1994; Li, C., 1994; Tung, C.W., Chao, Y.H., Burnett, J., Pang, S.W., Lee, Y.M., 1999) อาจมีสาเหตุมาจากกิจกรรมภายในอาคาร และใกล้เคียงแหล่งกำเนิดมลพิษทำให้ระดับอนุภาคฝุ่นขนาดเล็กมีค่าสูง (Chao, Y.H., Tung, C.W., Burnett, J., 1998; To, W.M., Yeung, L.L., Chao, Y.H., 2001)

ตารางที่ 4.1 ระดับรายวันของ พีเอ็ม_{2.5} (24 ชั่วโมง, ไมโครกรัม/ลบ.ม.) อากาศภายนอกอาคาร
วิทยาเขตเวียงบัว มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ ช่วงเวลา 1 ธันวาคม 2550 ถึง 30 เมษายน 2551

เดือน	ค่าเฉลี่ยทั้งเดือน (Mean $\pm$ S.D.) มกก./ลบ.ม.	ค่าต่ำสุด มกก./ลบ.ม.	ค่าสูงสุด มกก./ลบ.ม.	จำนวนวันที่มีค่าสูงเกิน ค่ามาตรฐาน >35 มกก./ลบ.ม.
ธันวาคม 2550	25.22 $\pm$ 5.08	15.92	38.48	1
มกราคม 2551	31.90 $\pm$ 8.67	19.40	55.42	9
กุมภาพันธ์ 2551	33.82 $\pm$ 10.62	12.14	56.76	12
มีนาคม 2551	53.31 $\pm$ 17.34	27.81	113.09	29
เมษายน 2551	26.94 $\pm$ 13.31	7.60	58.66	10

ตารางที่ 4.2 ระดับรายวันของ พีเอ็ม_{2.5} (24 ชั่วโมง, ไมโครกรัม/ลบ.ม.) อากาศภายในอาคารที่มีเครื่องปรับอากาศ วิทยาเขตเวียงบัว มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ ช่วงเวลา 1 ธันวาคม 2550 ถึง 30 เมษายน 2551

เดือน	ค่าเฉลี่ยทั้งเดือน (Mean $\pm$ S.D.) มกก./ลบ.ม.	ค่าต่ำสุด มกก./ลบ.ม.	ค่าสูงสุด มกก./ลบ.ม.	จำนวนวันที่มีค่าสูงเกิน ค่ามาตรฐาน >35 มกก./ลบ.ม.
ธันวาคม 2550	17.34 $\pm$ 3.53	17.34	24.34	0
มกราคม 2551	22.60 $\pm$ 6.29	22.60	39.96	2
กุมภาพันธ์ 2551	22.80 $\pm$ 6.62	22.80	36.71	1
มีนาคม 2551	35.61 $\pm$ 12.00	35.61	78.82	14
เมษายน 2551	17.67 $\pm$ 8.43	17.67	36.55	1

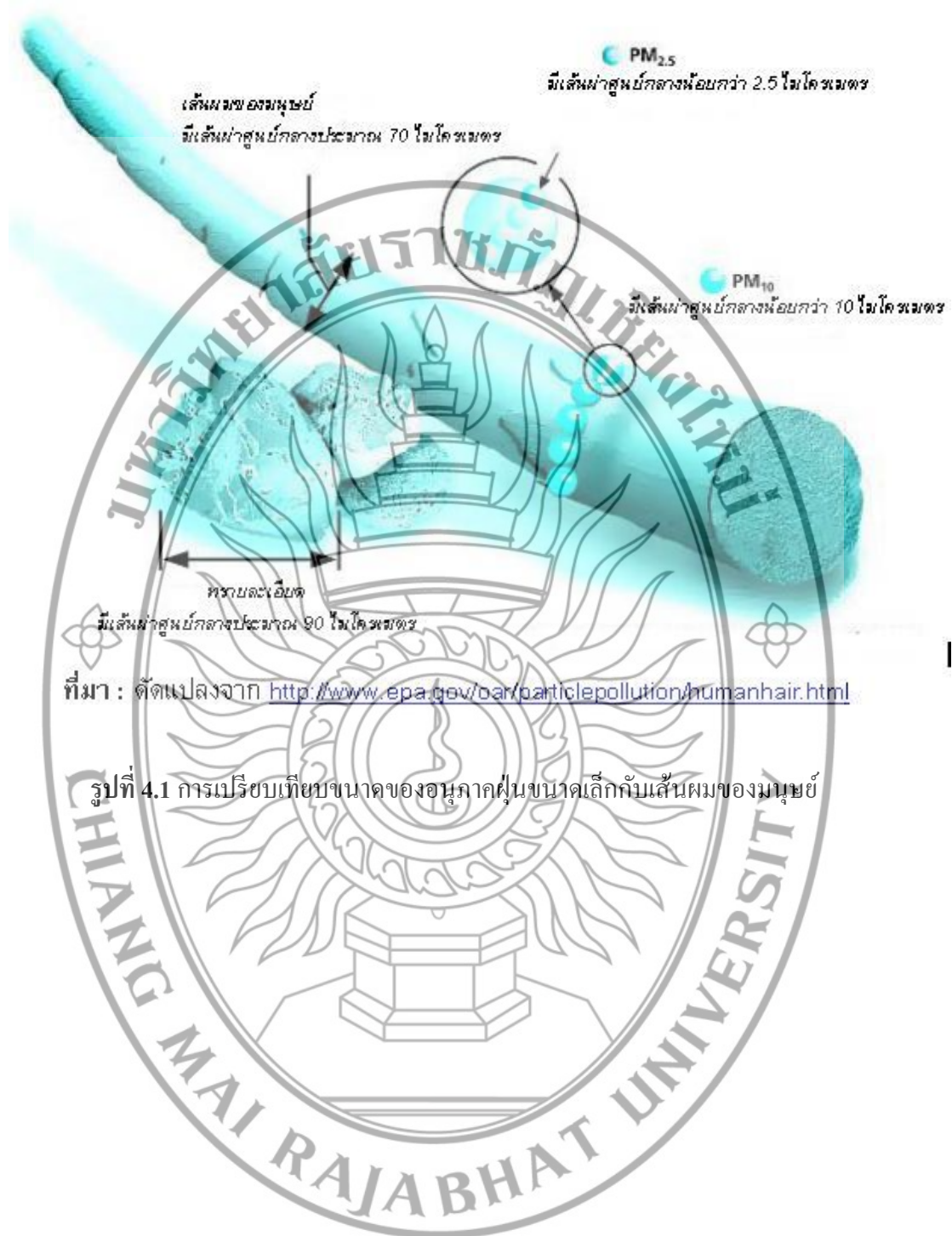
ตารางที่ 4.3 ระดับรายวันของ พีเอ็ม_{2.5} (24 ชั่วโมง, ไมโครกรัม/ลบ.ม.) อากาศภายในอาคารที่ไม่มีเครื่องปรับอากาศ วิทยาเขตเวียงบัว มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ ช่วงเวลา 1 ธันวาคม 2550 ถึง 30 เมษายน 2551

เดือน	ค่าเฉลี่ยทั้งเดือน (Mean $\pm$ S.D.) มกก./ลบ.ม.	ค่าต่ำสุด มกก./ลบ.ม.	ค่าสูงสุด มกก./ลบ.ม.	จำนวนวันที่มีค่าสูงเกิน ค่ามาตรฐาน >35 มกก./ลบ.ม.
ธันวาคม 2550	19.93 $\pm$ 4.21	12.31	28.89	0
มกราคม 2551	26.32 $\pm$ 7.22	15.52	44.00	5
กุมภาพันธ์ 2551	27.49 $\pm$ 8.64	9.74	43.36	5
มีนาคม 2551	43.30 $\pm$ 14.65	24.77	86.06	21
เมษายน 2551	21.10 $\pm$ 10.27	5.86	44.17	2

2. ฤทธิ์การก่อกลายพันธุ์ปนเปื้อนในอนุภาคฝุ่นขนาดเล็ก

สารสกัดด้วยไดคลอโรมีเทนจากแผ่นกรองเก็บอนุภาคฝุ่นขนาดเล็ก พีเอ็ม_{2.5} เก็บได้จากอากาศภายนอกและภายในอาคารที่มีและไม่มีเครื่องปรับอากาศ วิทยาเขตเวียงบัว มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ ระหว่างเดือนธันวาคม 2550 ถึง เดือนเมษายน 2551 พบว่ามีผลต่อการกลายพันธุ์ของแบคทีเรีย ชัลโมเนลลา ธัยฟิฟิวเรียม สายพันธุ์ TA98 และ TA100 ทั้งแบบโดยตรงและโดยผ่านการกระตุ้นจากเอนไซม์ โดยสารสกัดจากอนุภาคขนาดเล็กนี้จะแสดงฤทธิ์ก่อการกลายได้มากขึ้นเมื่อถูกกระตุ้นด้วยเอนไซม์ ดังแสดงในตารางที่ 4.4-4.5 ซึ่งฤทธิ์การก่อกลายพันธุ์ของอนุภาคฝุ่นขนาดเล็ก พีเอ็ม_{2.5} จากอากาศภายนอกอาคาร มีความเป็นพิษมากกว่าอากาศภายในอาคารที่ไม่มีเครื่องปรับอากาศและอากาศภายในอาคารที่มีเครื่องปรับอากาศ ตามลำดับ

การที่ตัวอย่างอนุภาคฝุ่นขนาดเล็กที่เก็บจากแต่ละสถานที่ มีฤทธิ์ก่อการกลายพันธุ์แตกต่างกันทั้งที่เก็บในช่วงเวลาเดียวกันนั้น อาจเป็นเพราะแหล่งกำเนิดของสารมลพิษที่มีฤทธิ์ดังกล่าวแตกต่างกัน รวมทั้งลักษณะของกิจกรรมภายในอาคารที่แตกต่างกัน หลักฐานทางระบาดวิทยาที่มีอยู่แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์อย่างชัดเจนระหว่างฝุ่นละอองและสุขภาพ และสภาวะแวดล้อม อนุภาคขนาดเล็กอาจมีสภาวะกรดเนื่องมาจากแก๊สที่มีอยู่ในสภาวะกรด (gaseous acid pollutant) เกาะกับบริเวณผิวนอกของมัน การผ่านเข้าไปในระบบทางเดินหายใจของอนุภาคขนาดเล็กนี้จะเข้าไปได้ลึกเท่าใดขึ้นกับขนาดของตัวมันเอง อนุภาคขนาดเล็กที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 10 ไมโครเมตร (พีเอ็ม₁₀) จะเข้าไปอยู่ในทางเดินหายใจบริเวณกล่องเสียง ในขณะที่อนุภาคขนาดเล็กที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางน้อยกว่า 2.5 ไมโครเมตร (พีเอ็ม_{2.5}) สามารถผ่านเข้าไปถึงบริเวณถุงลมปอดได้ ดังแสดงในรูปที่ 4.1 สารเคมีหรือแก๊สบางชนิดที่ผ่านเข้ามาในระบบทางเดินหายใจ ร่วมกับอนุภาคเหล่านี้จะถูกละลายรวมกับเนื้อเยื่อเมือกของเนื้อเยื่อบริเวณนั้น หรือเนื้อเยื่อเมือกของถุงลมปอด แล้วผ่านไปสู่ระบบไหลเวียนโลหิตได้ ทำให้เกิดความเสียหายต่อเนื้อเยื่อบริเวณต่างๆ ของร่างกาย ตามมา (USEPA, 1998; Perera, F.P., Jedrychowski, W., Rauth, V., Whyatt, R.M., 1999) อนุภาคบางตัวอาจมีสารเคมีที่เป็นสารก่อมะเร็ง (carcinogen) หรือสารก่อกลายพันธุ์ (mutagen) รวมอยู่ด้วย เช่น อนุภาคที่เกิดจากการเผาไหม้อย่างไม่สมบูรณ์ของเครื่องยนต์ดีเซลและปิโตรเลียม จะมีสารประกอบของ Polycyclic Aromatic Hydrocarbon (PAHs) รวมอยู่ด้วย PAHs บางชนิดนั้นมีคุณสมบัติเป็นทั้งสารก่อมะเร็งและสารก่อกลายพันธุ์ และพบว่ามีถึง 7 ชนิดที่เป็นสารก่อมะเร็ง (IARC, 1989; IARC, 1987)



ตารางที่ 4.4 ผลก่อการกลายของสารสกัดจาก พีเอ็ม_{2.5} ที่เก็บในแต่ละช่วงเดือนและสถานที่ที่เก็บตัวอย่างอากาศ ที่แสดงผลบวกในการทดสอบเอมส์ต่อแบคทีเรียสายพันธุ์ TA 98

เดือน	Revertants/m ³					
	วิทยาเขตเวียงบัว มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่					
	อากาศภายนอกอาคาร		อากาศภายในอาคาร - มีเครื่องปรับอากาศ		อากาศภายในอาคาร - ไม่มีเครื่องปรับอากาศ	
	TA98- S9	TA98+ S9	TA98- S9	TA98+ S9	TA98- S9	TA98+ S9
ธันวาคม 2550	4.68±0.54*	6.82±1.38*	4.20±0.53*	5.62±0.35*	4.57±0.72*	6.55±0.67*
มกราคม 2551	6.41±0.53*	7.832±0.63*	4.93±0.24*	5.62±0.25*	5.80±0.87*	7.08±0.38*
กุมภาพันธ์ 2551	5.46±0.44*	7.99±0.46*	4.73±0.25*	5.89±0.49*	6.56±0.38*	8.67±0.43*
มีนาคม 2551	8.47±0.36*	10.11±0.38*	7.76±0.48*	8.83±0.59*	7.95±0.37*	9.65±0.56*
เมษายน 2551	3.82±0.42*	5.81±0.27*	4.59±0.27*	5.86±0.36*	3.65±0.47*	5.51±0.38*

หมายเหตุ: จำนวน revertant colonies จากการเหนี่ยวนำโดยสารสกัดต่อลูกบาศก์เมตร เท่ากับ (จำนวน revertant colonies จากการเหนี่ยวนำโดยสารสกัด/ ปริมาณสารสกัดต่อจาน) X ปริมาณสารสกัดต่อลูกบาศก์เมตร

ตารางที่ 4.5 ผลก่อการกลายของสารสกัดจาก พีเอ็ม_{2.5} ที่เก็บในแต่ละช่วงเดือนและสถานที่ที่เก็บตัวอย่างอากาศ ที่แสดงผลบวกในการทดสอบเอมส์ต่อแบคทีเรียสายพันธุ์ TA 100

เดือน	Revertants/m ³					
	วิทยาเขตเวียงบัว มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่					
	อากาศภายนอกอาคาร		อากาศภายในอาคาร (มีเครื่องปรับอากาศ)		อากาศภายในอาคาร (ไม่มีเครื่องปรับอากาศ)	
	TA100- S9	TA100+ S9	TA100- S9	TA100+ S9	TA100- S9	TA100+ S9
ธันวาคม 2550	10.26±0.36*	11.77±0.75*	3.68±0.33	7.69±1.43	8.76±1.86	9.68±0.65
มกราคม 2551	12.78±0.45*	14.83±2.46*	4.35±0.35	9.57±0.51	8.30±0.44	11.65±0.58*
กุมภาพันธ์ 2551	12.78±0.53*	18.54±1.28*	8.94±0.47*	9.89±0.57*	10.99±0.62*	11.68±0.33*
มีนาคม 2551	19.66±0.84*	21.79±1.17*	12.91±0.28*	13.63±0.87*	11.65±0.64*	13.71±0.34*
เมษายน 2551	5.81±0.73	7.73±0.43	5.45±0.32	7.45±0.25	4.37±0.35	6.54±0.29

หมายเหตุ: จำนวน revertant colonies จากการเหนี่ยวนำโดยสารสกัดต่อลูกบาศก์เมตร เท่ากับ (จำนวน revertant colonies จากการเหนี่ยวนำโดยสารสกัด/ ปริมาณสารสกัดต่อจาน) X ปริมาณสารสกัดต่อลูกบาศก์เมตร

อภิปรายผล

ภาวะมลพิษทางอากาศมีผลกระทบทางลบต่อสุขภาพของคน มีรายงานความสัมพันธ์ของระดับมลพิษในอากาศเพิ่มขึ้น จะทำให้อัตราการตายของประชากรเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Dockery, D.W., Schwartz, J., Spengler, J.D., 1992) สารมลพิษในอากาศที่เป็นปัญหาสำคัญคือฝุ่นขนาดเล็ก (particulate matter) โดยเฉพาะฝุ่นที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 10 ไมครอน (พีเอ็ม10) และที่น้อยกว่า 2.5 ไมครอน (พีเอ็ม2.5) ผลกระทบต่อสุขภาพจากระดับมลพิษในอากาศมีรายงานเกี่ยวข้องตั้งแต่ ระบบสืบพันธุ์ (Sram, R.J., 1999) อัตราการตายของทารกในครรภ์ (Dejmek, J., Selevan, S.G., Benes, I., Solansky, I., Sram, R.J., 1999) ความเป็นพิษต่อระบบเลือดสมอง (Gordon, T., Reibman, J., 2000) การศึกษาในยุโรปบ่งชี้ว่าอัตราการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลด้วยอาการทางระบบหายใจ ระบบหลอดเลือดสมองและหลอดเลือดอีกเสบมีความสัมพันธ์ขึ้นกับการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ย พีเอ็ม10 รายวันในอากาศของ 3 วันที่ผ่านมา ระดับ พีเอ็ม10 ที่เพิ่มขึ้น 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ทำให้อัตราการเข้ารับรักษาด้วยโรคระบบหายใจเพิ่มขึ้น 2.4% โรคหลอดเลือดสมองเพิ่ม 2.1% (Wordley, J., Walters, S., Ayres, J.G., 1997)

การศึกษาในประเทศมาเลเซีย (Awang, M.B., Jaafar, A.B., Abdullah, A.M., Ismail, M.B., Hassan, M.N., Abdullah, R., Johan, S., Noor, H., 2000) พบว่าผลของมลภาวะเป็นพิษทางอากาศมาจากสารพิษในอากาศต่างๆ ได้แก่ ไนโตรเจนไดออกไซด์ คาร์บอนมอนอกไซด์ โอโซน ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และ พีเอ็ม10 และอยู่ในระดับวิกฤตมาตั้งแต่ปี 1970 จากการศึกษาบ่งชี้ว่าในปี 2005 ระดับ ไนโตรเจนไดออกไซด์ คาร์บอนมอนอกไซด์ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และ พีเอ็ม10 อาจจะเพิ่มถึง 2.12, 2.27, 1.4 และ 1.47 เท่าของค่าที่รายงานในปี 1992 ตามลำดับ จากการวิเคราะห์พบว่าระดับมลพิษทางอากาศของประเทศมาเลเซียจะเพิ่มขึ้นสูงสุดเวลาเช้าซึ่งเป็นชั่วโมงเร่งด่วน โดยมีแหล่งกำเนิดหลักมาจากรถยนต์ ส่วนระดับที่เพิ่มตอนเย็นจะมีแหล่งกำเนิดมาจากสภาพอุตุนิยมวิทยาและความเร็วของลม

การศึกษาผลกระทบของคุณภาพอากาศภายนอกอาคารต่อคุณภาพอากาศภายในอาคาร ได้มีการศึกษากันอย่างมากมาย จากรายงานพบว่าในชั่วโมงเร่งด่วนซึ่งมีการจราจรคับคั่ง ปริมาณคาร์บอนมอนอกไซด์ในอากาศภายนอกอาคารจะมีสูงถึง 1000% จากค่ามาตรฐานซึ่งกำหนดที่ 9 ppm และทำให้เกิดการกระจายไหลเข้าสู่อาคารภายในอาคารทำให้ระดับคาร์บอนมอนอกไซด์ภายในอาคารสูงถึง 800% ระดับ พีเอ็ม2.5 ภายในอาคารและภายนอกอาคารมีค่าไม่แตกต่างกัน (Gil, L., Adonis, M., Caceres, D., Moreno, G., 1995) นอกจากนี้ยังพบอีกว่า พีเอ็ม10 คือปัญหาหลักของสารมลพิษของอากาศภายในอาคาร (Lee, S.C., Chang, M., 2000; Lee, S.C., Chang, M., 1999) การศึกษาที่กรุงเทพมหานคร พบผลในทำนองเดียวกันว่าระดับฝุ่นขนาดเล็ก พีเอ็ม10 ในภายนอก

อาคารที่สูงขึ้นทำให้ระดับภายในอาคารสูงตามไปด้วย (Tsai, F.C., Smith, K.R., Vichit-Vadakan, N., Ostro, B.D., Chestnut, L.G., Kungskulniti, N., 2000)

เชียงใหม่เป็นจังหวัดที่มีการพัฒนาทุกๆ ด้าน จึงทำให้มีปัญหามลพิษในอากาศอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ ขณะเดียวกันสภาพทางอุตุนิยมวิทยาของจังหวัดเชียงใหม่ เอื้ออำนวยต่อการสะสมมลพิษทางอากาศอย่างมาก โดยเฉพาะในฤดูหนาว คือมีลมสงบ อากาศแห้ง ฝุ่นมาก มีการเผาป่า-หญ้า การศึกษาระหว่าง พ.ศ. 2529-2539 มีข้อมูลรายงานว่าปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก พีเอ็ม₁₀ ในอากาศจังหวัดเชียงใหม่ ได้เพิ่มขึ้นจนเกินค่ามาตรฐานที่ยอมรับได้ถึง 2 เท่า โดยปัญหามลพิษของอากาศมีความแตกต่างกันระหว่างสถานที่ในเมืองและนอกเมือง ความแตกต่างระหว่างที่มีการก่อสร้างและไม่มีการก่อสร้าง ผลกระทบของมลพิษทางอากาศต่อปัญหาสุขภาพของประชาชนจังหวัดเชียงใหม่ มีแนวโน้มเกิดกับประชาชนที่อยู่ในเมืองและทางทิศใต้ของเมืองมากที่สุด (อุทัย วิจิเขตคำนวณและคณะ, 2543) อัตราการเจ็บป่วยของประชาชนจะเพิ่มขึ้นในฤดูหนาว เนื่องจากในฤดูหนาวลมที่พัดในจังหวัดเชียงใหม่มีทิศทางการพัดมาจากทิศเหนือของเมืองทำให้ฝุ่นขนาดเล็กจึงมีมากบริเวณเมืองและทิศใต้ของเมือง

เนื่องจากมีรายงานที่สอดคล้องกันทุกๆ ทิวว่าฝุ่นขนาดเล็กที่เป็นปัญหาต่อสุขภาพรุนแรงที่สุดคือ พีเอ็ม_{2.5} การศึกษาครั้งนี้จึงได้ทำการวัดระดับอนุภาคฝุ่นขนาดเล็ก พีเอ็ม_{2.5} ในเวลาเดียวกัน พบว่าช่วงเวลาตั้งแต่เดือนธันวาคม 2550 ถึง เดือน เมษายน 2551 ระดับรายวันของอนุภาคฝุ่นขนาดเล็กของอากาศภายนอกและภายในอาคาร (ไม่มีเครื่องปรับอากาศและมีเครื่องปรับอากาศ) มีค่าใกล้เคียงกัน พบว่าเกือบตลอดทั้งเดือนมีนาคม 2551 ที่ได้เก็บอากาศภายนอกอาคาร ณ ทุกๆ จุดจะมีค่าเฉลี่ยรายวันตลอดเดือนของ พีเอ็ม_{2.5} เกินค่ามาตรฐาน โดยมีค่าเฉลี่ย 53.31 (± 17.34), 47.98 (± 15.61) และ 37.32 (± 12.14) ตามลำดับ

การศึกษานี้เป็นการวัดคุณภาพอากาศระหว่างเดือนธันวาคม 2550 ถึง เดือน เมษายน 2551 ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าระดับฝุ่นละอองขนาดเล็ก พีเอ็ม_{2.5} ในอากาศของวิทยาเขตเวียงบัว มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ยังมีระดับเกินเกณฑ์ที่ปลอดภัยต่อสุขภาพ จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าระดับฝุ่นขนาดเล็กในอากาศจังหวัดเชียงใหม่ มีค่าสูงในช่วงฤดูหนาว (ตุลาคม-มีนาคม) แต่ในช่วงฤดูร้อน-ฝน (เมษายน-ตุลาคม) ระดับจะอยู่ในช่วงที่อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ ซึ่งผลการศึกษาสอดคล้องกับรายงานคุณภาพอากาศของหลายประเทศ เช่น การศึกษาในประเทศมาเลเซีย (Awang, M.B., Jaafar, A.B., Abdullah, A.M., Ismail, M.B., Hassan, M.N., Abdullah, R., Johan, S., Noor, H., 2000) บางครั้งระดับฝุ่นขนาดเล็กภายในอาคารอาจสูงกว่าข้างนอกอาคารได้ ทั้งนี้อาจมาจากสาเหตุที่ว่าอาจมีแหล่งกำเนิดของฝุ่นขนาดเล็ก พีเอ็ม_{2.5} อยู่ภายในอาคาร และเนื่องจากอากาศภายใน

อาคารไม่สามารถที่จะกระจายได้อย่างอิสระจึงทำให้ระดับฝุ่นขนาดเล็กจึงสะสมและมีค่ามากกว่าได้

อย่างไรก็ตามการศึกษานี้เป็นเพียงรายงานการศึกษาเบื้องต้น ที่ควรต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมให้มากขึ้นเพื่อจะเป็นการยืนยันผลการทดลองที่ได้ เพราะปัญหามลพิษนี้เป็นทั้งภัยเงียบและภัยแฝง คอยบั่นทอนคุณภาพชีวิตของประชากรทั้งที่สัญจรไปมา และผู้ที่ต้องทำงานในสำนักงาน อย่างไรก็ตาม ผลการศึกษาที่ได้สอดคล้องกับรายงานการศึกษาที่อื่นๆ ที่สามารถสรุปได้ว่าคุณภาพอากาศนอกอาคารส่งผลกระทบต่อคุณภาพอากาศภายในอาคาร มีรายงานจากการศึกษาที่อื่นพบว่าคาร์บอนมอนอกไซด์ในอากาศภายนอกอาคารโดยเฉพาะช่วงเวลาที่เร่งด่วนที่มีการจราจรคับคั่ง จะมีการกระจายไหลเข้าสู่อาคารภายในอาคาร และทำให้ระดับคาร์บอนมอนอกไซด์สูงขึ้นถึง 800% จากที่มีภายนอกอาคาร 1000% ซึ่งเป็นค่าที่มากกว่าค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ที่ 9 ppm ระดับ พีเอ็ม 2.5 มีค่าสูงไม่แตกต่างทั้งในอากาศนอกอาคารและภายในอาคาร การวัดระดับ พีเอ็ม 2.5 ที่ฮ่องกงพบว่าคุณภาพอากาศภายในอาคารที่มีห้องปรับอากาศ พบว่าปัญหาลหลักคือฝุ่นขนาดเล็ก พีเอ็ม 2.5 ผลกระทบต่อสุขภาพของมลพิษทางอากาศที่มาจาก พีเอ็ม 2.5 นั้นเนื่องมาจากการพบว่าฝุ่นขนาดเล็กทั้ง 2 ขนาดนี้สามารถแทรกซึมลงไปในระดับทางเดินหายใจจนถึงถุงลมปอด และการที่มีองค์ประกอบทางเคมีต่างชนิดปนเปื้อนอยู่ และสารเคมีบางตัวมีคุณสมบัติออกซิแดนท์จึงทำให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพ เช่น สารโลหะที่มีคาร์บอน เกสโตรกด์ สารมลพิษอินทรีย์ ได้แก่ โพลีซัยคลิกอะโรมาติกฮัยโดรคาร์บอน คิวโนน ไนโตรอะโรมาติกฮัยโดรคาร์บอน ฯลฯ รวมไปถึงสารมลพิษชีวภาพที่อาจจะเป็นเชื้อรา ไวรัส หรือแบคทีเรีย มีการทดลองพบว่าการหายใจเอา พีเอ็ม 10 เข้าไปจะกระตุ้นให้มีการเปลี่ยนแปลงระบบภูมิคุ้มกันของระบบหายใจ ได้แก่ มีการหลั่ง inflammatory cytokines ตลอดจนมีการกระตุ้น transcriptional factor คือ nuclear factor kappa B (NFkappaB) (Baeza-Squaiban, A., Bonvallot, V., Bolanot, S., Marano, F., 1999) นอกจากนี้มีรายงานยืนยันว่ามลพิษทางอากาศโดยเฉพาะฝุ่นขนาดเล็ก พีเอ็ม 2.5 มีผลกระทบโดยตรงต่อโรคภูมิแพ้ ความชุกของโรคภูมิแพ้มีสูงในพื้นที่ที่มีมลภาวะทางอากาศสูง (D'Amato, G., 1999) คำนจากการเผาฟางข้าวในทุ่งนามี พีเอ็ม 10 และเป็นสาเหตุที่ทำให้อาการแสดงออกของโรคหอบหืดในเด็กรุนแรงขึ้น (Torigoe, K., Hasegawa, S., Numata, O., 2000) อนุภาคฝุ่นขนาดเล็กมีผลกระทบต่อความสามารถในการทำงานของระบบทางเดินหายใจ จากรายงานพบว่าผู้ที่มิสุขภาพร่างกายแข็งแรงดีที่ทำงานนอกอาคาร ความสามารถของการทำหน้าที่ของระบบทางเดินหายใจที่ลดลง จะทำให้เกิดโรคต่างๆ เช่น ไอ เจ็บคอ และการหายใจผิดปกติ (Kinney, P.L., and Lippmann, H., 2000) ผลจากการศึกษากครั้งนี้จะเห็นว่าระดับฝุ่นขนาดเล็ก พีเอ็ม 2.5 ในอากาศภายนอกและภายในอาคาร วิทยา

เขตเวียงบัว มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ไม่มีความแตกต่างจากผลการศึกษาของประเทศอื่นๆ โดยเฉพาะประเทศที่ใกล้เคียงเช่นประเทศมาเลเซีย หรือ ส่องกง

เมื่อพิจารณาจากสภาพทางอุตุนิยมวิทยาของเขตอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ จะเห็นว่า ลักษณะพื้นที่เป็นที่ราบ ตั้งอยู่ในหุบเขาที่มีอยู่ทั้งด้านทิศตะวันออกและทิศตะวันตก ดังแสดงในรูปที่ 4.2 จากข้อมูลของกรมอุตุนิยมวิทยา พบว่าความเร็วลมเฉลี่ยจะมีค่าต่ำกว่า 2 น็อต (1.2 เมตร/วินาที) ในช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงกุมภาพันธ์ และทิศทางลมจะเป็นลมฝ่ายเหนือในฤดูหนาว (ตุลาคม-ธันวาคม) นอกจากนั้นจะเป็นลมฝ่ายใต้ ในเดือนธันวาคม-เมษายนของทุกปี พบว่าแต่ละเดือนจะมีฟ้าหริว (Haze) เกิดขึ้นเป็นเวลาค้างหนึ่งวัน ฟ้าหริวเป็นหมอกฝุ่นละอองที่เกิดในช่วงเวลาที่ไม่ใช่เวลาเกิดหมอกธรรมชาติ ทั้งนี้เพราะสภาพทางอุตุนิยมวิทยาของเชียงใหม่เอื้ออำนวยต่อการสะสมมลพิษทางอากาศ คือมีลมสงบ อากาศแห้ง ฝุ่นมาก และมีการเผาหริว เผาป่าในฤดูหนาว การเผาหริว เผาป่า คือต้นกำเนิดหลักของ พีเอ็ม₁₀ และ พีเอ็ม_{2.5} จึงทำให้ฤดูหนาวพบว่ามีปริมาณ พีเอ็ม₁₀ และ พีเอ็ม_{2.5} มากกว่าปกติจึงเกิดเป็นฟ้าหริว และเมื่อมีฝนตกในฤดูร้อน-ฝน ระดับฝุ่นขนาดเล็กจะลดลง ฟ้าหริวจึงมักไม่ค่อยพบในฤดูร้อน-ฝน

อนุภาคฝุ่นขนาดเล็กจะมีแหล่งต้นกำเนิดปฐมภูมิ ได้แก่ การเผาต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นไฟป่าจากธรรมชาติ การเผาล้างไม้ ใบไม้ การเผาเพื่อการเกษตร ควันเสียจากรถยนต์โดยเฉพาะเครื่องยนต์ดีเซล ฝุ่นจากการก่อสร้าง สารเคมีระเหยต่างๆ จากภาคอุตสาหกรรมและอาจจะเกิดจากแหล่งทุติยภูมิ ได้แก่ ฏิกิริยาเคมีจากสารเคมีต่างๆ ที่ถูกปล่อยเข้ามาในบรรยากาศโดยมีแสงแดดและความชื้นในบรรยากาศเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา

มีรายงานถึงระดับฝุ่นขนาดเล็กที่แต่ละบุคคลได้รับมีความสัมพันธ์กับระดับฝุ่นนอกอาคาร โดยที่ผู้อยู่อาศัยบริเวณถนนที่มีการจราจรคับคั่งจะได้รับสัมผัสฝุ่นขนาดเล็กมากที่สุด (Janssen, N.A.H., Van Manson, D.F.M., van der Jagt, K., 1997) และระดับฝุ่นขนาดเล็กที่แต่ละคนได้รับสัมผัสในแต่ละวันจะขึ้นอยู่กับกิจกรรมของแต่ละบุคคล การไปอยู่ในสถานที่ที่มีคุณภาพอากาศแย่จะมีโอกาสได้รับสารมลพิษมากเช่นเดียวกัน (Nicole, A.H., Janssen, G.H., Brunekreef, B., Harssema, H., Mensink, I., and Zuidhof, A., 1998)



รูปที่ 4.2 แอ่งเชียงใหม่-ลำพูน

ผลกระทบทางสุขภาพจากฝุ่นละอองเป็นปัญหาใหญ่ในเขตเมือง ในประเทศไทยมีการตรวจวัด ระดับปริมาณฝุ่นละอองโดยหน่วยงาน 2 หน่วยงานคือ กระทรวงสาธารณสุขและกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม ค่ามาตรฐานระดับฝุ่นรวมหรือที่เรียกว่า TSP กำหนดไว้ไม่เกิน 0.33 มก./ลบ.ม. (ค่าเฉลี่ย ระยะสั้น 24 ชั่วโมง) และสำหรับค่ามาตรฐานสำหรับปริมาณอนุภาคมลสารที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนหรือที่เรียกว่า พีเอ็ม10 นั้น กำหนดไว้ไม่เกิน 0.12 มก./ลบ.ม. (ค่าเฉลี่ยระยะสั้น 24 ชั่วโมง) ปริมาณอนุภาคมลสารที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนหรือที่เรียกว่า พีเอ็ม10 ซึ่งเป็นฝุ่นที่สามารถหายใจเข้าปอดได้ งานวิจัยตั้งแต่ยุค ค.ศ. 1980 ได้นำมาใช้เป็นตัวชี้วัดในการประเมินผลกระทบทางสุขภาพจากการรับสัมผัสฝุ่นละอองฝุ่นละอองเหล่านี้ประกอบด้วยอนุภาคมลสารชนิดต่างๆมากมาย อย่างไรก็ตามอนุภาคมลสารที่ได้รับความสนใจและเริ่มมีการศึกษาวิจัยในปัจจุบันคืออนุภาคมลสารที่มีขนาดเล็กมาก (ultra fine particles) ที่มีเส้นผ่าศูนย์กลาง ระหว่าง 0.001 ถึง 0.1 ไมครอน ซึ่งปัจจุบันยังไม่มีข้อกำหนดค่ามาตรฐานใดๆ มี

รายงานผลการศึกษาย่างยิ่งถึงอันตรายของอนุภาคมลสารที่มีขนาดเล็กที่สามารถผ่านลมหายใจเข้าถึง
 ถุงลมปอดได้หรือที่เรียกว่าอนุภาคที่ถูกหายใจได้ ฝุ่นละอองส่วนใหญ่นี้มาจากกระบวนการสันดาป
 เชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ที่ปล่อยออกมาจากท่อไอเสีย แหล่งกำเนิดสำคัญที่สุดมาจากกระบวนการ
 เผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ของน้ำมันเชื้อเพลิงชนิดดีเซล หรือที่เรียกว่า Diesel exhaust particulates อัน
 ประกอบด้วยสารโพลีไซคลิก แอโรแมติก ไฮโดรคาร์บอน (PAHs) รวมถึงอนุภาคที่เกาะจับ
 กับซัลเฟต (SO_4) และเพอร์ออกไซด์ซึ่งเป็นสารเติมออกซิเจน (oxidant) งานวิจัยในปัจจุบันบ่งชี้ว่า
 อนุภาค มลสารที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ทำให้เกิดผลกระทบทางสุขภาพ โดยเฉพาะต่อจำนวน
 ผู้ป่วยโรคทางเดินหายใจ และอัตราการตาย จากการศึกษาในเมืองต่างๆ พบว่า โดยเฉลี่ยแล้วใน
 วันที่ระดับของ พีเอ็ม₁₀ เพิ่มขึ้น 10 มก./ลบ.ม. (เฉลี่ย 24 ชั่วโมง) สัมพันธ์กับการเข้ารับรักษาตัวใน
 โรงพยาบาลประจำวัน อันเนื่องมาจาก การเจ็บป่วยด้วยโรคทางเดินอากาศ หายใจประมาณร้อยละ
 0.5-4.5 ความสัมพันธ์นี้อยู่ในช่วงเดียวกัน กับการศึกษาในเมืองอื่นๆ ทั่วโลก จากการศึกษาในทวีป
 ต่างๆพบว่า โดยเฉลี่ยแล้วในวันที่ระดับของ พีเอ็ม₁₀ เพิ่มขึ้น 10 มก./ลบ.ม. (เฉลี่ย 24 ชั่วโมง)
 สัมพันธ์กับการตายรายวัน ผลการศึกษาในกรุงเทพมหานคร เป็น การสนับสนุนสมมติฐานที่ว่า
 ผลกระทบต่อสุขภาพสัมพันธ์ กับฝุ่นละอองจากการจราจรคล้ายคลึงกับที่พบในเมืองอื่นๆ ทั่วโลก
 ผลการวิจัยนี้สนับสนุนการดำเนินงาน การคาดประมาณทางสุขภาพ การส่งเสริมการศึกษาวิจัยถึง
 ผลกระทบต่อสุขภาพของฝุ่นในแนวทางเดียวกันอย่างต่อเนื่อง และกว้างขวางขึ้นเป็นเรื่องที่น่า
 สนับสนุน

จากการศึกษาความเป็นพิษต่อยีนที่ปนเปื้อนในอากาศ ซึ่งทำการทดสอบโดยการทำ Ames
 test (อุษณีย์ วิจิเขตคำนวณ, 2534) ซึ่งเป็นการทดสอบสารพิษต่อยีนของแบคทีเรียที่ให้ผลรวดเร็ว
 ผลการตรวจวัดการกลายของหน่วยพันธุกรรมของซัลโมเนลลา ธัยฟิมีวเรียมที่กลายพันธุ์ TA98
 และ TA100 ทั้งในภาวะที่มีแบบโดยตรงและโดยผ่านการกระตุ้นจากเอนไซม์ของสารสกัดฝุ่นจาก
 อนุภาคฝุ่นภายนอกและภายในอาคารที่มีและไม่มีเครื่องปรับอากาศ วิทยาเขตเวียงบัว มหาวิทยาลัย
 ราชภัฏเชียงใหม่ ระหว่างเดือนธันวาคม 2550 ถึง เดือนเมษายน 2551 แสดงฤทธิ์ก่อการกลายพันธุ์
 ต่อแบคทีเรียซัลโมเนลลา ธัยฟิมีวเรียม ทั้งสองสายพันธุ์

ดังนั้น องค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นละอองขนาดเล็กในอากาศภายนอกและภายในอาคาร
 ที่มีและไม่มีเครื่องปรับอากาศ วิทยาเขตเวียงบัว มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ ก็เป็นที่น่าสนใจที่
 ควรจะมีการวิเคราะห์ เพื่อจะได้แนวทางนำไปวิเคราะห์หาแหล่งกำเนิดของฝุ่นขนาดเล็กของวิทยา
 เขตเวียงบัว มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ ต่อไป เพื่อสามารถตอบคำถามที่ว่าบุคคลากรและ
 นักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ จะมีโอกาสได้รับสารมลพิษชนิดใดมากจากการหายใจและ
 ความเป็นพิษจะเกิดกับสุขภาพอย่างไร