

ชื่อแผนงานภาษาไทย : การจำแนกลักษณะทางเคมีของฝุ่นพีเอ็ม 2.5 ความเป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิตและระบบฐานข้อมูลเตือนภัยสำหรับประเทศไทย

ชื่อแผนงานภาษาอังกฤษ: Chemical Characterizations of PM 2.5, Toxicological Profiles in Living Organisms, and Database Management with Mitigation System in Thailand

ผู้อำนวยการแผนงาน : รศ. ดร.ภก.พิสิฐ เขมาวุฒม์

สังกัด : มหาวิทยาลัยมหิดล

Email : phisit.khe@mahidol.ac.th

ทีมวิจัยและสังกัด : รศ. ดร.ภญ.พรพรรณ วิจิตรนาถ / มหาวิทยาลัยมหิดล

บทคัดย่อ

ฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน (PM 2.5) ส่งผลกระทบต่อสุขภาพและเกี่ยวข้องกับโรคในระบบทางเดินหายใจ ระบบทางเดินอาหาร และระบบประสาท อย่างไรก็ตามยังขาดข้อมูลความสัมพันธ์ของปริมาณสารเคมีที่เป็นส่วนประกอบของ PM 2.5 หรือความเป็นพิษของสารองค์ประกอบที่มีผลต่อสุขภาพและอวัยวะภายในต่างๆในโครงการนี้ คณะผู้วิจัยได้ทดสอบฝุ่น PM 2.5 มาตรฐาน ฝุ่น PM ที่เก็บจากกรุงเทพมหานครและปริมณฑล และโรงไฟฟ้าแม่เมาะ จ.ลำปาง ประเทศไทย พบสารในกลุ่ม polycyclic aromatic hydrocarbons จาก PM 2.5 มาตรฐาน ได้แก่ Fluoranthene, Indeno[1,2,3c,d]pyrene, Benzo[b]fluoranthene, Benzo[a]pyrene และ Levoglucosan ฝุ่นจากโรงไฟฟ้าแม่เมาะ จ.ลำปาง ได้แก่ Acenaphthene เป็นส่วนใหญ่ ส่วนสารอื่นๆ มีในปริมาณน้อยมาก ฝุ่นจากกรุงเทพมหานครและปริมณฑลมีสาร Benzo[a]pyrene สูงที่สุด ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบธาตุโลหะหนักในตัวอย่างฝุ่นมาตรฐาน พบว่ามีโครเมียม แมงกานีส สังกะสี ทองแดง โคบอลต์และเหล็กปริมาณสูง โดยพบว่ามีปริมาณเหล็กสูงที่สุด ส่วนฝุ่นจากแม่เมาะ และจากกรุงเทพมหานครและปริมณฑล พบว่ามีปริมาณเหล็กสูงที่สุดเช่นเดียวกัน ตามด้วยแมงกานีสและสารหนู

ในส่วนของความเป็นพิษของเซลล์หรือการมีชีวิตของเซลล์ รวมถึงกลไกเชิงลึกในเซลล์เยื่อบุผิวหลอดลม (16HBE) เซลล์เยื่อบุผิวถุงลม (A549) เซลล์เยื่อบุลำไส้ (Caco-2 และ T84) เซลล์ประสาท (SK-N-SH) และเซลล์แอสโตรไซต์ (U-87 MG) ฝุ่น PM 2.5 มาตรฐานและฝุ่นจากประเทศไทย กระตุ้นให้เพิ่มภาวะเครียดจากออกซิเดชันในเซลล์เยื่อบุผิวทั้งสองอวัยวะนำไปสู่ความผิดปกติต่อการปกป้องตนเองของเซลล์ ในขณะที่ PM 2.5 กระตุ้นการอักเสบในเซลล์ประสาทและทำให้เซลล์ทั้งสามอวัยวะตาย การทดสอบฤทธิ์ของสารองค์ประกอบฝุ่นพบว่า Benzo[a]pyrene มีแนวโน้มเพิ่มระดับอนุมูลอิสระในเซลล์เยื่อบุผิวทั้งสองแต่ไม่ส่งผลต่อการตายของเซลล์ ในขณะที่ Chromium (VI) มีผลกระทบต่อเซลล์ทั้งสามชนิดในลักษณะที่ใกล้เคียงกับผลที่เกิดจาก PM 2.5 อาทิ เหนี่ยวทำให้เกิดการตายแบบ Necrosis ในเซลล์ทางเดินหายใจและ แบบ Apoptosis ในเซลล์ประสาท และสามารถยับยั้งการเจริญของเซลล์ประสาทรวมถึงเพิ่มการสร้าง IL-6 ที่เป็น Inflammatory mediators ได้ จากข้อมูลที่ได้รวบรวมไว้ข้างต้นแสดงให้เห็นถึงผลกระทบของ PM 2.5 และองค์ประกอบชนิดต่างๆต่อเซลล์ทั้งสามอีกทั้งผลของ PM 2.5 แบบ acute ในสัตว์ทดลอง (หนูเมาส์ Balb/c) เป็นเวลา 7 วัน พบว่า ฝุ่น PM 2.5 มาตรฐานที่ความเข้มข้นสูง (10 mg/kg/day) ทำให้เกิดความเสียหายของเนื้อเยื่อปอดแต่ละส่วนปานกลางค่อนข้างรุนแรงอย่างมีนัยสำคัญในขณะที่ฝุ่นจากโรงไฟฟ้าแม่เมาะที่ความเข้มข้นต่ำ (1 mg/kg/day) ทำให้เกิดความเสียหายของเนื้อเยื่อปอดบางส่วน ส่วนที่ความเข้มข้นสูงเกิด

ผลกระทบไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม ซึ่งอาจเกิดจากองค์ประกอบโลหะหนักหลายชนิดและขนาดอนุภาคใหญ่ ทำให้มีการตกตะกอนอย่างรวดเร็วที่ความเข้มข้นสูง นำไปสู่การดูดซึมฝุ่น PM 2.5 เข้าสู่เซลล์น้อยกว่าที่ความเข้มข้นต่ำ

คำสำคัญ : PM 2.5, สารเคมีที่เป็นองค์ประกอบ, ความเป็นพิษ, พิษต่อระบบทางเดินหายใจ, พิษต่อระบบทางเดินอาหาร, พิษต่อระบบประสาทส่วนกลาง, โครเมียม, สารโพลีไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน

Abstract

Particulate Matter 2 . 5 (PM 2.5) affects health and is associated with diseases in the respiratory system, digestive system and nervous system. However, the relationship between the chemical content of PM 2.5 or the toxicity of the constituents affecting health and internal organs is lacking. The research team selected standard PM 2.5, PM 2.5 from Bangkok and vicinity and Mae Moh power plant, Lampang province to determine major constituents and its biological effects. Standard PM 2 . 5 consisted of polycyclic aromatic hydrocarbons (Fluoranthene, Indeno[1,2,3-c,d]pyrene, Benzo[b]fluoranthene, Benzo[a]pyrene) and Levoglucosan. Whereas dust from Mae Moh district, Lampang Province mainly contained Acenaphthene. Dust from Bangkok and vicinity contained Benzo[a]pyrene in the maximum amount. The other substances were in very small quantities. Analysis of heavy metal elements in standard dust samples reported high amounts of chromium, manganese, zinc, copper, cobalt, and iron. The highest heavy metal amount was iron both in standard PM 2 . 5, PM 2.5 from Mae Moh power plant and from Bangkok and vicinity but Thailand' dust also contained high amount of manganese and arsenic.

The cytotoxicity or cell viability Included in-depth mechanisms in bronchial epithelial cells (16HBE), alveolar epithelial cells (A549), intestinal epithelial cells (Caco-2 and T84), neurons (SK-N-SH), and astrocytes (U- 87 MG) were investigated. PM 2.5 induced oxidative stress in epithelial cells of both organs, leading to cell self-protection disorders. Meanwhile, PM 2.5 induced inflammation in neurons and caused the death of cells in all three organs. The activity of Benzo[a]pyrene tended to increase free radical levels in both epithelial cells but did not affect apoptosis. Interestingly, Chromium (VI) had effects on three cell types similar to the effects caused by PM 2.5, such as inducing to necrosis in respiratory cells and apoptosis in neurons and inhibiting the proliferation of neurons, including the production of IL-6. The preliminary data showed the effects of PM 2.5 and its constituents on three cells. In acute toxicity animal model (Balb/c mice) for 7 days, standard PM 2.5 at high dose (10 mg/kg/day) caused moderate to severe damage to lung tissue. Whereas PM 2.5 from Mae Moh power plant at low dose (1 mg/kg/day) caused some lung tissue damage. The effect at the high dose was not different from the control group. This may be due to various heavy metal

compositions and large particle sizes resulting in rapid precipitation at high concentrations. This leads to less absorption of PM 2.5 dust into the cells at lower concentrations

Keywords : PM 2.5, Chemical constituents, Toxicity, Respiratory toxicity, GI toxicity, CNS toxicity, Chromium, Polycyclic aromatic hydrocarbons