

บทคัดย่อ

รหัสโครงการ: RDG6030008

ชื่อโครงการ: การศึกษาการปนเปื้อนฝุ่นละอองอนุภาคขนาดเล็กในสิ่งแวดล้อมในเขตเมือง นอกเมือง และแหล่งอุตสาหกรรมในประเทศไทย – วิเคราะห์ขนาด ปริมาณ องค์ประกอบ แหล่งที่มา และการเคลื่อนย้าย

นักวิจัย: คุณหญิงมธุรส รุจิรวุฒน์, พนิดา นวสัมฤทธิ์, กฤตินี ชัยสัตรา, จีรวัฒน์ พรหมวิจิตร, ชลิดา ชมภูบุตร, วราภรณ์ ปานลบ, โสมชัย วาระประสิทธิ์, James Matthews
ห้องปฏิบัติการพิษวิทยาสิ่งแวดล้อม สถาบันวิจัยจุฬาภรณ์ และ Atmospheric Chemistry, Bristol University

e-mail address: mathuros@cri.or.th

ระยะเวลาโครงการ: 19 เมษายน 2560 – 19 เมษายน 2562

การรับสัมผัสฝุ่นละอองขนาดเล็กเข้าไปในร่างกายมีความสัมพันธ์กับการเพิ่มขึ้นของอุบัติการณ์การเกิดโรคต่างๆ ตลอดจนการเสียชีวิตของประชากร ซึ่งอุบัติการณ์และความรุนแรงขึ้นกับระยะเวลาและปริมาณที่ได้รับสัมผัสฝุ่นละออง การศึกษาวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาองค์ประกอบ ปริมาณ และการกระจายตัวของฝุ่นละอองขนาดเล็กที่ปนเปื้อนในอากาศบริเวณต่างๆ ได้แก่ พื้นที่ศึกษาในเมือง นอกเมือง และแหล่งอุตสาหกรรม ตลอดจนศึกษาผลกระทบต่อ การเปลี่ยนแปลงต่างๆ ทางชีวภาพในเซลล์เพาะเลี้ยงโดยใช้เซลล์เยื่อบุหลอดลม (BEAS-2B) ซึ่งเป็นเซลล์ในระบบทางเดินหายใจ

ผลการศึกษาจากการวิเคราะห์ปริมาณ และการกระจายตัวของฝุ่นละอองขนาดเล็กที่ปนเปื้อนในอากาศพบว่าเขตอุตสาหกรรมมีระดับฝุ่นละอองสูงที่สุด รองลงมาคือเขตในเมืองและเขตนอกเมืองตามลำดับ โดยที่สัดส่วนของฝุ่นละอองขนาดต่างๆ ได้แก่ขนาด ultrafine (<0.1 ไมครอน) ขนาด submicron (<1 ไมครอน) และขนาด coarse (<10 ไมครอน) คิดเป็น 70-50% 40-30% และ 10-20% ตามลำดับ โดยมีลักษณะการกระจายเป็นรูปแบบเดียวกันทั้ง 3 พื้นที่ศึกษา สำหรับการวิเคราะห์ระดับ และการกระจายของโลหะในฝุ่นขนาดต่างๆ พบว่าสารหนู (As), แคดเมียม (Cd), มังกานีส (Mn) และตะกั่ว (Pb) กระจายตัวอยู่ในฝุ่นละอองขนาด submicron มากที่สุด ขณะที่ นิกเกิล (Ni) และ โครเมียม (Cr) กระจายอยู่ในฝุ่นละอองขนาด ultrafine ส่วน เหล็ก (Fe), อลูมิเนียม (Al), สังกะสี (Zn) และแบเรียม (Ba) กระจายอยู่ในฝุ่นขนาดใหญ่ นอกจากนี้การศึกษาแหล่งกำเนิดของฝุ่นละอองในอากาศจากองค์ประกอบหลักของโลหะต่างๆ พบว่าฝุ่นขนาด submicron ส่วนใหญ่เกิดจากการเผาไหม้ของน้ำมันเชื้อเพลิงที่มาจาก การจราจร และแหล่งพลังงานในภาคอุตสาหกรรม ขณะที่ฝุ่นขนาดใหญ่กว่า 1 ไมครอน เกิดจากการสึกหรอของเบรกรถยนต์ และการทำงานของเครื่องยนต์เป็นหลัก

การศึกษาผลกระทบของการได้รับฝุ่นละออง ultrafine (UFPs) ต่อการเปลี่ยนแปลงทางชีวภาพในเซลล์ BEAS-2B พบว่า Commercial UFPs (ขนาด 50-100 นาโนเมตร) ส่งผลให้เกิดความเป็นพิษต่อเซลล์ โดยกระตุ้นให้เกิดการทำลายสารพันธุกรรมในรูปแบบต่างๆ ได้แก่ การแตกทำลายของสารพันธุกรรม (DNA strand breaks) และการเกิด mutagenic DNA adducts ได้แก่ 8-hydroxydeoxyguanosine (8-OHdG) และ 8-nitroguanine เป็นต้น นอกจากนี้ยังพบเพิ่มการกระตุ้นแสดงออกของยีนที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการอักเสบ (*IL-6* และ *IL-8*) และยับยั้งการแสดงออกของยีนที่เกี่ยวข้องกับการซ่อมแซมสารพันธุกรรม (*XRCC1* และ *hOGG1*) และยีนที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการต้านอนุมูลอิสระ (*Nrf-2*) สำหรับการศึกษาผลทางชีวภาพของฝุ่นละออง ultrafine ที่เก็บจากอากาศ (Airborne UFPs) ในพื้นที่ศึกษาต่างๆ พบว่าเกิดความเป็นพิษต่อเซลล์ BEAS-2B ได้เช่นเดียวกับ Commercial UFPs เซลล์ที่ได้รับ Airborne UFPs จากเขตอุตสาหกรรมและเขตเมืองจะเหนี่ยวนำให้เกิด 8-nitroguanine สูงกว่าเขตนอกเมืองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และ เซลล์ที่ได้รับ Airborne UFPs จากเขตอุตสาหกรรมมีการแสดงออกของ *IL-8* มากกว่าเซลล์ที่ได้รับ Airborne UFPs จากเขตนอกเมืองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ผลการเปลี่ยนแปลงทางชีวภาพนี้สอดคล้องกับผลการวิเคราะห์จำนวนฝุ่นละอองขนาดเล็กและโลหะชนิดต่างๆ ใน Airborne UFPs ที่พบว่าเขตอุตสาหกรรมมีปริมาณสูงมากที่สุด โดยสูงกว่าเขตเมืองเป็นเท่าตัว

การศึกษานี้แสดงให้เห็นถึงปัญหาของการปนเปื้อนฝุ่นละอองขนาดเล็กในสิ่งแวดล้อมที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพ โดย UFPs สามารถกระตุ้นให้เกิดการทำลายสารพันธุกรรมและกระบวนการอักเสบ ซึ่งเป็นกลไกสำคัญอย่างหนึ่งที่น่าไปสู่การเกิดโรคต่างๆ ดังนั้นการศึกษานี้จึงเป็นข้อมูลเชิงประจักษ์ทางวิทยาศาสตร์ที่จะนำไปสู่แนวทางการลดฝุ่นละอองในอากาศเพื่อพัฒนาคุณภาพชีวิตและสิ่งแวดล้อมในอนาคตต่อไป

คำหลัก : ฝุ่นละอองอนุภาคขนาดเล็ก องค์ประกอบและการกระจายตัว ผลทางชีวภาพ

Project Code : RDG6030008

Project Title : Ultrafine and Submicron Particles in the Urban, Industrial and Rural Environment in Thailand- Size, Concentration, Composition, Sources and Transport

Investigators : Khunying Mathuros Ruchirawat, Panida Navasumrit, Krittinee Chaisatra, Jeerawan Promvijit, Chalida Chompooobut, Varabhorn Parnlob, Somchamai Waraprasit, James Matthews
Environmental Toxicology Laboratory, Chulabhorn Research Institute
and Atmospheric Chemistry, Bristol University

e-mail address : mathuros@cri.or.th

Project Duration : 19 April 2017 – 19 April 2019

Exposure to ultrafine particles (UFPs) is associated with an increase in the incidence of various diseases and deaths in human populations. The incidence and severity of diseases depend on the duration and level of exposure. The objectives of this study aimed to determine the compositions, quantity and size distribution of atmospheric particles in three areas, including urban, rural and industrial areas and to study of the biological effects of exposure to UFPs in human bronchial epithelium cell line (BEAS-2B).

The study of quantitative analysis and the size distribution of particles showed that the industrial area has the highest level of particles followed by urban and rural area respectively. The size distribution of ambient particles of ultrafine particles (<0.1 microns), submicron (<1 microns) and coarse particles (<10 microns) was 70-50%, 40-30% and 10-20%, respectively. Quantitative analysis of metals in particles indicated that the major distribution of As, Cd, Mn and Pb was in submicron particles, while Ni and Cr was in ultrafine particles. Fe, Al, Zn and Ba were mostly distributed in coarse particles. The source apportionment analysis of the main components of metals in the ambient air showed that the major source of submicron particles was the combustion of fuel from traffic and industry. Particles larger than 1 micron originated in the operation of the automobile breaks and engines causing break abrasion leading to airborne break wear emissions.

In addition, in vitro study of the biological effects of UFPs in BEAS-2B cells demonstrated that commercial UFPs (50-100 nm) can induce various types of DNA damages including DNA strand breaks and mutagenic DNA adducts (8-hydroxydeoxyguanosin, 8-OHdG and 8-nitroguanine), as well as the increased expression of inflammatory genes (*IL-6* and *IL-8*)

and the reduced expression of DNA repair genes (*XRCC1* and *hOGG1*), and an antioxidant gene (*Nrf-2*). Moreover, airborne UFPs collected from three study areas can induce DNA damage. The formation of 8-nitroguanine in cells treated with airborne UFPs from industrial and urban areas were significantly higher than in rural area ($p<0.05$). The expression of *IL-8* in cells treated with airborne UFPs from the industrial area was significantly higher than in cells treated with airborne UFPs from rural area ($p<0.05$). These biological changes were corresponded to the level of particles and metals which was highest in industrial area.

The results obtained demonstrated the deleterious effects of atmospheric particles, especially UFPs. They are indicated in increased DNA damage and in alterations of gene expression. Particularly, while expression of inflammatory genes increased, expression of DNA repair genes and antioxidant gene decreased. These molecular changes may be part of the important mechanisms contributing to the development of various diseases. Therefore, the scientific data provided by this study contributes to the effort to reduce particulate air pollution in order to prevent human health hazard of exposure to particulate matters.

Keywords : ultrafine particles, composition, distribution, biological effects