

Thesis Title Development of Passive Sampling Devices for Indoor
Formaldehyde Determination

Author Mr. Narong Kotchabhakdi

Degree Master of Science (Chemistry)

Thesis Advisory Committee

Asst. Prof. Dr. Somporn Chantara Chairperson

Assoc. Prof. Dr. Proespichaya Kanatharana Member

ABSTRACT

A passive sampler has been developed for determination of formaldehyde indoors. The sampling device consists of a polypropylene tube containing a cellulose filter treated with 1% NaHSO₃. The PTFE membrane was placed at the open end of the diffusion tube to reduce some meteorological effects (humidity and wind speed). The sampling device collects gaseous molecule, which diffuses through the membrane, and it is then trapped on an absorbent. After exposure, the filter is desorbed by DI water and analyzed by the chromotropic acid (CTA) method. Optimization and validation studies were conducted by put the sampling devices in the formaldehyde exposure chamber. The exposure chamber is an equipment for determination an accuracy of the self-constructed passive sampler by injection of known analyte concentration into the chamber and control the inside conditions such as humidity, temperature and wind speed. Desired amount of formaldehyde and water vapor are applied into the chamber under the specified conditions. Extraction recovery of standard spiking was 93±3% with relative standard deviation of 2.8 %. The limits of detection (LOD) of the

formaldehyde passive sampler were 0.21 mg/m^3 for 8 hours and 0.06 mg/m^3 for 24 hours exposure. The limits of quantification (LOQ) were 0.70 and 0.20 mg/m^3 for 8 and 24 hours, respectively.

The stability of formaldehyde trapped in the sampler which was stored at 4 – 30 °C, was longer than 3 week with no loss. Moreover, orientation position of the formaldehyde passive sampler and reverse diffusion effect were not affected to the sampling.

To determine an accuracy of the passive samplers, several tests were carried out by using exposure chamber system under conditions similar to sampling conditions indoor air. It was found that the formaldehyde passive samplers valid over a wide range of concentrations ($2.5 - 18 \text{ mg/m}^3$), sampling time (4 hours), and wind speed ($0.0 - 1.5 \text{ m/s}$). The total air resistance for each concentration was 382.3 m^{-1} . Percent recovery of the formaldehyde from passive sampler (n=5) was in range of 80-120 with less than 10% RSD. The accuracy of the constructed passive sampler was tested by comparing with a commercial passive sampler (SKC inc., USA) in term of indoor air sampling the workplace. It was found that the differences of indoor formaldehyde concentrations were 7.2 % and 13.0 % for 8 and 24 hours, respectively. The formaldehyde concentrations detected by the self-constructed passive sampler were lower than those from SKC inc.

ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์ การพัฒนาอุปกรณ์เก็บตัวอย่างแบบแพสซีฟสำหรับการหาปริมาณฟอร์

มัลดีไฮด์ภายในอาคาร

ผู้เขียน นายณรงค์ คชภักดี

ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เคมี)

คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สมพร จันทระ

ประธานกรรมการ

รองศาสตราจารย์ ดร. เจริญพิชญ์ คณาธารณา

กรรมการ

บทคัดย่อ

การพัฒนาอุปกรณ์เก็บตัวอย่างแบบแพสซีฟซึ่งอาศัยหลักการการแพร่ผ่านเพื่อการหาปริมาณฟอร์มัลดีไฮด์ภายในอาคาร โดยอุปกรณ์ประกอบด้วย หลอดพอลิพรอพิลีนซึ่งบรรจุกระดาษกรองแบบเซลลูโลสเคลือบด้วย สารละลายโซเดียมโบรไมด์ไฟต์ 1 เปอร์เซนต์ มีเมมเบรน ชนิด พีทีเอฟอี ปิดไว้ที่ส่วนปลายของหลอด เพื่อลดการรบกวนจากสภาวะทางอุณหภูมิวิทยาบางอย่าง เช่น

ความชื้น ความเร็วลม อุปกรณ์ เก็บตัวอย่างสามารถเก็บโมเลกุลของแก๊สซึ่งแพร่ผ่านเมมเบรนและจับกับตัวดูดซับ หลังจากการเก็บตัวอย่างเสร็จสิ้นลง ทำการสกัดกระดาษกรองด้วยน้ำปราศจากไอออนและวิเคราะห์ด้วยวิธีโครโมโทกราฟีแก๊ส ส่วนการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมและประสิทธิภาพของอุปกรณ์เก็บตัวอย่างนั้นใช้การทดสอบภายในกล่องทดสอบ โดยการผ่านแก๊สฟอร์มัลดีไฮด์ และ

ไอน้ำเข้าไปในปริมาณที่ต้องการ ตามสภาวะที่กำหนด เช่น ความชื้น อุณหภูมิ และ ความเร็วลม

พบว่า ร้อยละการกลับคืนจากการสกัดสารมาตรฐานเป็น 93 ± 3 โดยมีค่าร้อยละของการเบี่ยงเบนสัมพัทธ์ 2.5 ส่วนค่าขีดการตรวจวัดต่ำสุด ของอุปกรณ์เก็บตัวอย่างฟอร์มลดีไฮด์แบบ

แพสซีฟคือ 0.21 มก./ลบ.ม. ในเวลา 8 ชม. และ 0.06 มก./ลบ.ม. ในเวลา 24 ชม. และค่าขีดจำกัดในการหาปริมาณคือ 0.7 และ 0.2 มก./ลบ.ม. ในเวลา 8 และ 24 ชม. ตามลำดับ

เสถียรภาพของฟอร์มลดีไฮด์ในอุปกรณ์เก็บตัวอย่างที่อุณหภูมิ 4 - 30 องศาเซลเซียสมีอายุมากกว่า 3 สัปดาห์ โดยไม่เกิดการสูญเสีย นอกจากนี้ยังพบว่าทิศทางการติดตั้งอุปกรณ์เก็บตัวอย่างอากาศแบบแพสซีฟ และการแพร่ย้อนกลับจากตัวดูดซับไม่มีผลต่อการเก็บตัวอย่างอากาศ

ทำการทดสอบค่าความถูกต้องของอุปกรณ์เก็บตัวอย่างแบบแพสซีฟ โดยการใช้กล่องทดสอบ ภายใต้สภาวะใกล้เคียงกับการเก็บตัวอย่างอากาศภายในอาคาร พบว่าอุปกรณ์เก็บตัวอย่างฟอร์มลดีไฮด์แบบแพสซีฟในช่วงความเข้มข้น 2.5 – 18 มก./ลบ.ม. ที่เวลาเก็บตัวอย่าง 4 ชม. ความเร็วลม 0.0 – 1.5 เมตร/วินาที โดยให้ค่าผลรวมของค่าการต้านทานการแพร่เท่ากับ 382.3 m^{-1} ในแต่ละช่วงความเข้มข้น โดยใช้ค่าร้อยละการคืนกลับของฟอร์มลดีไฮด์ จากอุปกรณ์เก็บตัวอย่าง ($n=5$) อยู่ในช่วง 80-120 โดยมีความเบี่ยงเบนสัมพัทธ์น้อยกว่าร้อยละ 10 ทำการทดสอบความถูกต้องของอุปกรณ์เก็บตัวอย่างแบบแพสซีฟที่สร้างขึ้น โดยการเปรียบเทียบกับอุปกรณ์เก็บตัวอย่าง

แบบแพสซีฟยี่ห้อ เอส. เค. ซี. จากประเทศสหรัฐอเมริกา การเก็บตัวอย่างอากาศภายในสถานที่ทำงาน พบว่าให้ค่าร้อยละของความแตกต่างของปริมาณฟอร์มลดีไฮด์เป็น 7.2 และ 13.0 ที่ 8 และ 24 ชม. ตามลำดับ โดยค่าที่ได้จากอุปกรณ์เก็บตัวอย่างแบบแพสซีฟ ที่สร้างขึ้นให้ค่าปริมาณของฟอร์มลดีไฮด์ ในอากาศต่ำกว่าอุปกรณ์ยี่ห้อ เอส.เค.ซี.