

การพัฒนาวิธีการตรวจวัดก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ในบรรยากาศ

Development Method for Nitrogen Dioxide Measurement in Ambient Air

นายสิวพันธุ์ ชูอินทร์ (Mr.Sivapan Choo – in)

อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา : Envi_riss45@hotmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษาเรื่องการพัฒนาวิธีการตรวจวัดก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO₂) ในบรรยากาศมีวัตถุประสงค์เพื่อประยุกต์วิธีการแบบพาสซีฟในการเก็บตัวอย่างก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ในเขตเมือง และนำไปใช้ในการตรวจวัดปริมาณความเข้มข้นของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ในมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา การศึกษานี้ทำการพัฒนาอุปกรณ์เก็บตัวอย่างแบบพาสซีฟเพื่อเก็บตัวอย่างก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ในบรรยากาศเป็นค่าเฉลี่ย 1 ชั่วโมง โดยทำการเปรียบเทียบผลที่ได้กับการตรวจวัดโดยวิธีการเทียบเท่าวิธีโซเดียมอาร์ซีไนด์และวิธีอิเล็กโทรดด้วยอุปกรณ์ MultiRAE IR โดยใช้หลักการทางสถิติ t-test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 อุปกรณ์แบบพาสซีฟที่เหมาะสมที่ได้พัฒนาขึ้นเพื่อใช้ในการเก็บตัวอย่างก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ประกอบด้วยเมมเบรนชนิดมิกเซลลูลอส (mixcellulose - MCE) บรรจุอยู่ในภาชนะที่ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 37 มิลลิเมตร และเคลือบด้วยสารดูดซับซึ่งเป็นสารละลายผสมระหว่างระหว่างสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) เข้มข้น 0.002 โมลาร์ กับสารละลายโซเดียมอาร์ซีไนด์ (NaAsO₂) เข้มข้น 1.54×10^{-4} โมลาร์ ปริมาตร 3.0 มิลลิเมตร ในการเก็บตัวอย่างอุปกรณ์เก็บตัวอย่างแบบพาสซีฟจะถูกครอบด้วยถ้วยกระดาษเพื่อลดผลที่จะก่อให้เกิดความคลาดเคลื่อนจากกระแสลม ความชื้นจากบรรยากาศ และแสงสว่างจากดวงอาทิตย์ นำไปเก็บตัวอย่างโดยติดตั้งสูงจากพื้นดิน 1.2 – 1.5 เมตร เมื่อทำการเก็บตัวอย่างแล้วนำไปวิเคราะห์โดยสกัดสารไนโตรเจนที่ได้จากการดูดซับด้วยน้ำกลั่นปริมาตร 10 มิลลิเมตร จากนั้นนำไปเติมสารไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ สารซัลฟานิลไมด์ และสารเอ็นอีดีโอ จะทำให้เกิดสีม่วง แล้วนำไปวัดการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องยูวีสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ที่ความยาวคลื่นแสง 540 นาโนเมตร เทียบกับสารละลายมาตรฐาน และคำนวณหาความเข้มข้นของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ในบรรยากาศ

คำสำคัญ : มลพิษทางอากาศ ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ วิธีการเก็บตัวอย่างแบบพาสซีฟ

ABSTRACT

This study focuses on developing a method used to measure nitrogen dioxide in ambient air. The main objective of the study is to apply the passive sampling method used for nitrogen dioxide (NO₂) sampling in urban air to measure nitrogen dioxide concentration in the area of Suan Sunandha Rajabhat University. According to the study, air sampling instrument based on the passive sampling method have been developed to measure an average of 1 hour. concentration of nitrogen dioxide. The concentrations of nitrogen dioxide derived from this process have been compared to those derived from sodium arsenite technique and electrode

technique with MultiRARE IR using Independent - Samples Test (t-test) at the significant level of 95%. It is concluded that the air sampling instrument mentioned above is made of mixcellulose membrane (MCE) contained in the cassette with a diameter of 37 millimeters and coated with absorbing agent. This absorbing agent is the mixture between sodium hydroxide solution (0.002 M NaOH) and sodium arsenite solution (1.54×10^{-4} M NaAsO₃) with the volume of 3.0 milliliters. In the process of air sampling, this instrument has been covered with cup of paper in order to reduce any error that might be occurred by wind, humidity, and sun light and so on. The instrument has been set up at the sample sites with 1.2 -1.5 meters high above the ground. Finally, air samples collected by this method have been analyzed in the laboratory in order to obtain nitrogen dioxide concentration in the air. As a consequence of the study, it is found that nitrogen dioxide concentrations in the area of Suan Sunandha Rajabhat University are in the range of 0.0089–0.1099 ppm with the average concentration of 0.0543 ppm. The maximum concentration of nitrogen dioxide is found at the sample site in front of the Faculty of Industrial Technology. The other sites of high concentration of NO₂ are as the followings; the bakery shop, Sri Jutapa building, and the gateway on U-thong Nok road, respectively. However, the concentrations of nitrogen dioxide found in the area of the university are lower than the standard level of 0.32 mg/m³ or 0.163 ppm.

Key words : Air Pollution, Nitrogen Dioxide, Passive Aampling Method

1. บทนำ

ในสถานการณ์ความเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจของประเทศก่อให้เกิดปัญหามลพิษทางอากาศตามมา สารมลพิษทางอากาศที่สำคัญได้แก่ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ อนุภาคฝุ่น ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์และก๊าซโอโซน เป็นต้น ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์เป็นก๊าซที่เกิดจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงทุกชนิดที่มีอุณหภูมิสูง การสันดาปของน้ำมันเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ทั้งในรถยนต์และอุตสาหกรรม การหุงอาหาร การเผาขยะ การเผาป่า และการเผาผลผลิตทางการเกษตร เป็นต้น ผลการตรวจวัดของกรมควบคุมมลพิษพบว่า มีค่าอยู่ในเกณฑ์ที่ใกล้เคียงกับค่ามาตรฐาน การติดตามตรวจสอบเพื่อตรวจวัดและประเมินความเข้มข้นของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์โดยการตรวจวัดที่เป็นวิธีการมาตรฐานคือวิธีการเคมีลูมิเนสเซนส์เป็นการวิธีการที่ใช้ต้นทุนสูง เครื่องมือมีราคาแพง จำเป็นต้องใช้กระแสไฟฟ้าในการตรวจวัดทำให้เกิดความยุ่งยาก วิธีการเทียบเท่าที่นำมาใช้คือวิธีโซเดียมอาร์ซีไนด์และวิธีทีเจเอสเอเอ็นเอสเอ เป็นวิธีที่ให้ผลความน่าเชื่อถือ ใช้ป้มนในการดูดตัวอย่างอากาศทำให้ต้นทุนในการเก็บตัวอย่างสูง อีกวิธีการหนึ่งที่สามารถนำมาใช้ในการตรวจวัดเพื่อหาปริมาณความเข้มข้นของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ได้ คือวิธีที่ใช้อุปกรณ์ที่เรียกว่า “อุปกรณ์เก็บตัวอย่างชนิดพาสซีฟ (passive sampler)” ซึ่งถือว่าเป็นวิธีการใหม่ที่ได้มีการประยุกต์ขึ้นแต่ในประเทศไทยยังนำมาใช้ไม่กว้างขวาง นอกจากนี้ยังมีการนำวิธีการทางอิเล็กทรอนิกส์ในการตรวจวัดในสถานประกอบการ

งานวิจัยนี้ทำการศึกษาเพื่อประยุกต์การตรวจวัดก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์วิธีโซเดียมอาร์ซีไนด์กับวิธีการแบบพาสซีฟ เพื่อลดต้นทุนและให้มีความง่ายในการนำไปใช้งาน ทั้งนี้เพราะวิธีการโซเดียมอาร์ซีไนด์ต้องใช้ป้มน

ในการดูดตัวอย่างอากาศทำให้มีราคาสูงและไม่สามารถวัดได้ครอบคลุมทุกตำแหน่ง บั้มมีราคาแพงจะมีข้อจำกัดของจำนวนอุปกรณ์ จึงเป็นที่มาของแนวคิดในการพัฒนาวิธีการตรวจวัดความเข้มข้นของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์โดยอาศัยหลักการของวิธีโซเดียมอาร์ซีไนต์ร่วมกับวิธีพาสสิฟ เพื่อให้มีความง่ายต่อการนำไปใช้งาน โดยทำการตรวจวัดความเข้มข้นของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์เทียบกับวิธีเทียบเท่า วิธีที่ใช้ระบบอิเล็กทรอนิกส์เพื่อทดสอบความถูกต้องของวิธีการที่พัฒนาซึ่งจะต้องให้ผลที่ไม่แตกต่างกัน จากนั้นนำวิธีการที่ได้พัฒนาไปประยุกต์ใช้ในการตรวจวัดความเข้มข้นของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์บริเวณมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

อุปกรณ์เก็บตัวอย่างก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์แบบพาสสิฟ อาศัยหลักการแพร่ของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ผ่านเมมเบรน ซึ่งเคลื่อนด้วยสารเคมีเพื่อดูดซับหรือเกิดปฏิกิริยากับก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ การซึมผ่านของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์เป็นการแพร่ของโมเลกุลของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์อย่างอิสระ (free molecular diffusion) ที่เกิดจากความเข้มข้นที่ต่างกันของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ในอากาศกับก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์บนเมมเบรน ฟลักซ์ของมวลสารสามารถใช้ “กฎการแพร่ข้อแรกของฟิค (Fick’s First Law of Diffusion)” ซึ่งเป็นสัดส่วนโดยตรงกับความแตกต่างของความเข้มข้นของสารมลพิษ ดังสมการที่ (1) ^[1]

$$F = -D \frac{dC}{dL} \quad \dots (1)$$

เมื่อ F คือ ฟลักซ์ของมวลสาร (g/cm².s)

D คือ สัมประสิทธิ์การแพร่ของสาร (diffusion coefficient)

dC คือ ความเข้มข้นของมลพิษที่ต่างกันระหว่างในอากาศกับบนเมมเบรน

dL คือ ระยะความยาวของการแพร่ (effective path length)

ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ที่ถูกดูดซับอยู่บนเมมเบรนหาได้จากสมการที่ (2) ^[2]

$$M = F \times A \times T \quad \dots (2)$$

เมื่อ M คือ มวลของก๊าซ NO₂ (g)

T คือ ระยะเวลาที่รับสัมผัส (s)

F คือ ฟลักซ์ของมวลสาร (g/cm².s)

A คือ พื้นที่หน้าตัดของเมมเบรน

ความเข้มข้นของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์หาได้จากสมการที่ (3) ^[3]

$$C_{\text{air}} = \frac{M \times L}{D \times A \times T} \quad \dots (3)$$

เมื่อ C_{air} คือ ความเข้มข้นของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ในบรรยากาศ

M คือ มวลของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (g)

T คือ ระยะเวลาที่รับสัมผัส (s)

F คือ ฟลักซ์ของมวลสาร (g/cm².s)

A คือ พื้นที่หน้าตัดของเมมเบรน

D คือ สัมประสิทธิ์การแพร่ของสาร (1.54 x 10⁻⁵ m²/s)

L คือ ระยะความยาวของการแพร่ (41.2⁻¹ m)

2. วัตถุประสงค์

1. เพื่อประยุกต์วิธีการแบบพาสตีฟในการตรวจวัดความเข้มข้นของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์
2. เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อผลการตรวจวัดความเข้มข้นของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์โดยวิธีที่พัฒนาขึ้น
3. เพื่อตรวจวัดความเข้มข้นของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ในมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

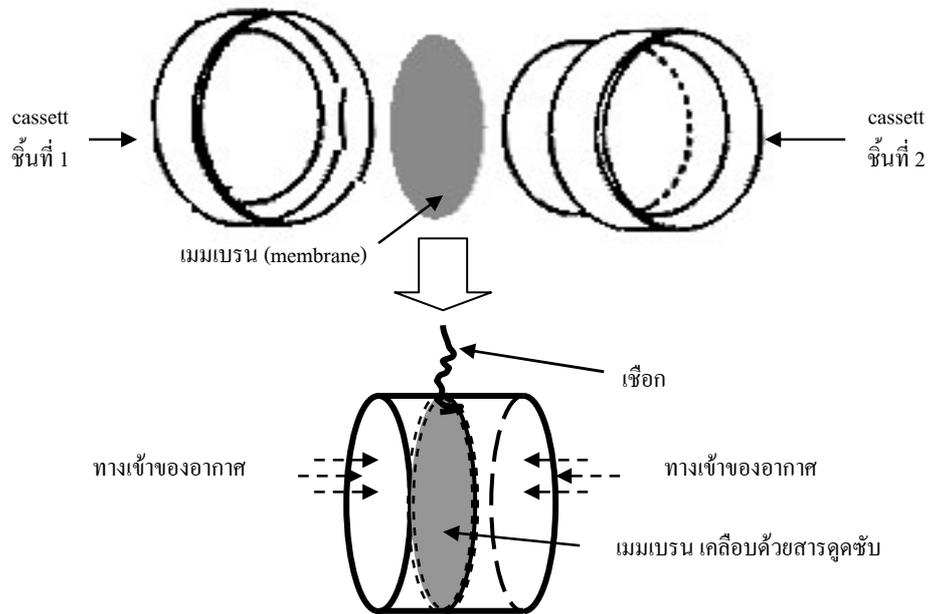
3. วิธีการวิจัย

1. ศึกษาวิธีการตรวจวัดก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ในบรรยากาศ
2. ออกแบบอุปกรณ์ในการเก็บตัวอย่างก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ในบรรยากาศแบบพาสตีฟ
3. เก็บตัวอย่างของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ นาน 1 ชั่วโมง 2 ชั่วโมง โดยเก็บตัวอย่างด้วยอุปกรณ์ 3 ชนิดพร้อมกัน
 - 3.1 เก็บตัวอย่างโดยวิธีการเทียบเท่าวิธีโซเดียมอาร์ซีไนต์
 - 3.2 เก็บตัวอย่างด้วยเครื่องมือ MultiRAE IR เป็นระยะเวลาต่อเนื่อง 1 ชั่วโมง
 - 3.3 เก็บตัวอย่างโดยใช้อุปกรณ์แบบพาสตีฟ ระยะเวลาเก็บ 1 ชั่วโมง โดยใช้สารดูดซับปริมาณ 3 มิลลิลิตร 3 ชนิด คือ สารผสมของสารโซเดียมไฮดรอกไซด์และสารโซเดียมอาร์ซีไนต์ สารผสมของสารโซเดียมไฮดรอกไซด์และสารโซเดียมไอโอไดด์ ที่ละลายในเมทานอล และน้ำกลั่น และใช้กระดาษกรองหรือเมมเบรนเป็นตัวยึดสารละลายดูดซับ ดังนี้ ชนิดโพลีไวนิลคลอไรด์ ชนิดใยแก้ว ชนิดมิทซ์เซลล์ลูโลส (MCE) กระดาษ A4 กระดาษ PAD สำหรับรองกระดาษกรองในการเก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่น จากนั้นนำตัวอย่างที่เก็บได้มาสกัดด้วยน้ำกลั่น วิเคราะห์โดยการทำให้เกิดสีและวัดการดูดกลืนแสงเทียบกับสารละลายมาตรฐาน
4. นำผลความเข้มข้นของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ที่ได้จากการเก็บตัวอย่าง โดยใช้อุปกรณ์แบบพาสตีฟที่ได้พัฒนาในข้อ 3.3 เปรียบเทียบกับผลที่ได้ในข้อ 3.1 และ 3.2 โดยใช้หลักการทางสถิติ t - test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95^[4] และพิจารณาค่าความแตกต่างในการวิเคราะห์ซ้ำ (%duplicate) ซึ่งยอมรับที่ไม่เกิน 10%^[5]
5. จากผลการวิเคราะห์ทางสถิติในข้อ 4. จะเลือกสารละลายที่ใช้ในการดูดซับและชนิดของเมมเบรนที่ทำให้ผลความเข้มข้นของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ใกล้เคียงกับวิธีการเทียบเท่าวิธีโซเดียมอาร์ซีไนต์และวิธีการอิเล็กโทรดมากที่สุดโดยมีค่าไม่แตกต่างกันตามหลักการทางสถิติ มีค่า %duplicate ซึ่งยอมรับที่ค่าไม่เกิน 10% เพื่อทำการหาสภาวะที่เหมาะสมในการเก็บตัวอย่าง ดังนี้ ปริมาณแสง และลม ทำการทดสอบโดยใช้ถ้วยกระดาษครอบอุปกรณ์ ปรับเปลี่ยนความเข้มข้นของสารละลายที่ใช้ในการดูดซับระยะเวลาในการเก็บตัวอย่าง ศึกษาเป็นค่าเฉลี่ยราย 1 ชั่วโมง และเปรียบเทียบผลความเข้มข้นที่ได้จากการตรวจวัดโดยวิธีการต่าง ๆ
6. ตรวจวัดปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์โดยวิธีการที่ได้พัฒนาในมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
7. สรุปผล จัดทำรูปเล่มรายงานการวิจัย

4. ผลการศึกษา

การพัฒนาวิธีการตรวจวัดก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ในบรรยากาศด้วยวิธีการแบบพาสตีฟ เป็นการศึกษาเพื่อหาวิธีการเก็บตัวอย่างและวิธีการตรวจวัดก๊าซไนโตรเจนในบรรยากาศเป็นค่าเฉลี่ย 1 ชั่วโมง ด้วยอุปกรณ์อย่างง่ายดังภาพประกอบ 1 และ 2 ผลการทดสอบในขั้นตอนของการศึกษาทำการตรวจวัดความเข้มข้นของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ในบรรยากาศด้วยวิธีการที่ได้พัฒนาขึ้นและนำไปเปรียบเทียบกับวิธีการเทียบเท่าวิธี

โซเดียมอาร์ซีไนต์และวิธีอิเล็กทรอนิกส์ด้วยอุปกรณ์ MultiRAE IR เปรียบเทียบความแตกต่างกันของค่าความเข้มข้นที่ตรวจวัดได้จากอุปกรณ์ทั้งสองชนิดด้วยหลักการทางสถิติ พบว่ามีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

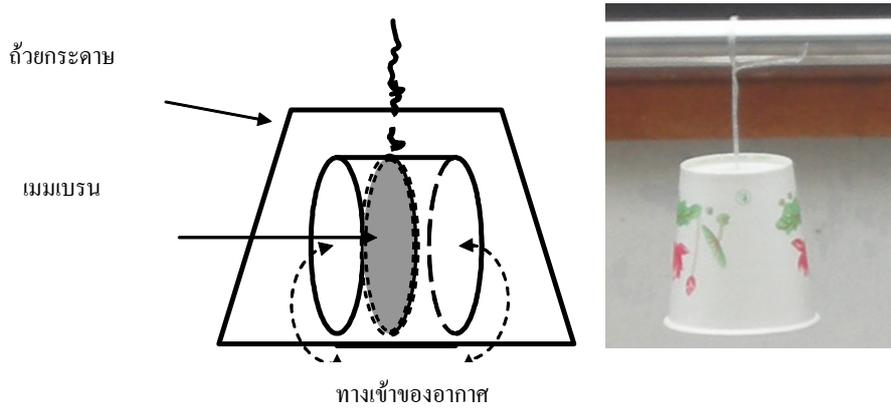


ภาพประกอบ 1 อุปกรณ์แบบพาสซีฟที่ทำการออกแบบเบื้องต้น

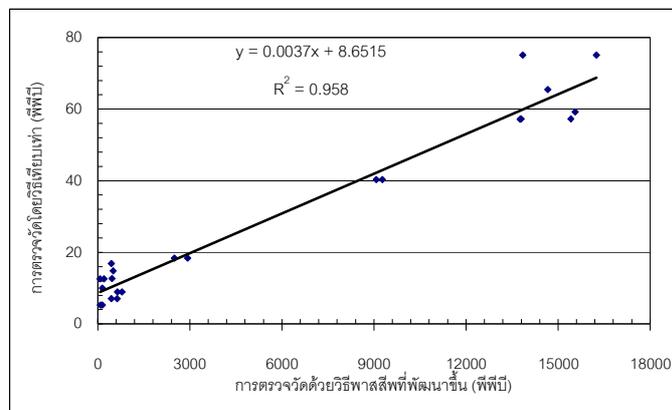


ภาพประกอบ 2 อุปกรณ์แบบพาสซีฟที่ทำการออกแบบเบื้องต้น

การตรวจวัดก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ด้วยอุปกรณ์แบบพาสซีฟ พบว่าวิธีการที่เหมาะสมที่สุด คือ การใช้เมมเบรนชนิดมิซเซิลล์ดูโลส และเคลือบด้วยสารละลายผสมระหว่างสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์กับสารละลายโซเดียมอาร์ซีไนต์ มีค่าความสัมพันธ์เท่ากับ 0.516 และ 0.493 เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการเทียบเท่าวิธีโซเดียมอาร์ซีไนต์และวิธีอิเล็กทรอนิกส์ตามลำดับ ทั้งนี้ค่าความสัมพันธ์ที่ได้ยังมีค่าไม่สูงจึงจำเป็นต้องศึกษาเพื่อลดปัจจัยที่มีผลต่อการตรวจวัดด้วยอุปกรณ์แบบพาสซีฟ



ภาพประกอบ 3 โครงสร้างของอุปกรณ์ตรวจวัดแบบพาสซีฟ



ภาพประกอบ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างผลการตรวจวัดก๊าซในโตรเจนไดออกไซด์โดยวิธีการพาสซีฟที่พัฒนาขึ้นกับผลการตรวจวัด โดยวิธีเทียบเท่า

ผลการศึกษาพบว่าเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของสารดูดซับเป็น 2 เท่า และครอบด้วยถ้ายกระดาดทำให้มีความสัมพันธ์กันกับผลที่ได้จากวิธีเทียบเท่ามีค่าสูงขึ้น เป็น 0.979 และนำผลดังกล่าวไปวิเคราะห์ทางสถิติการวิเคราะห์ความถดถอย เพื่อหาสมการที่ใช้ในการแปลงผลการตรวจวัดจากวิธีการแบบพาสซีฟให้มีค่าใกล้เคียงกับการวิเคราะห์โดยวิธีเทียบเท่ามากที่สุด

ดังนั้นจึงสามารถสรุปวิธีการตรวจวัด

1. เตรียมสารเคมี ตามวิธีการวิเคราะห์
2. จัดเตรียมอุปกรณ์ในการเก็บตัวอย่างแบบพาสซีฟ ดังภาพประกอบ 2 3 และ 4
3. ทำการหยดสารละลายดูดซับซึ่งเป็นสารผสมของสารโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 0.002 โมลาร์ และสารโซเดียมไอโอดีนเข้มข้น 1.54×10^{-4} โมลาร์ลงในเมมเบรนชนิดมิกซ์เชลล์ลูโลสปริมาณ 3 มิลลิกรัม เก็บอุปกรณ์ไว้ในถุงพลาสติกที่ปิดสนิท

4. นำไปติดตั้ง ณ ตำแหน่งที่ต้องการตรวจวัดสูงจากพื้นในช่วง 1.2 – 1.5 เมตร เป็นค่าเฉลี่ย 1 ชั่วโมง หลังจากหยดสารดูดซับแล้ว จดบันทึกเวลาเริ่มเก็บติดตั้ง วัดอุณหภูมิบรรยากาศในขณะนั้น

5. เมื่อครบเวลา 1 ชั่วโมง จดบันทึกเวลาหยุดเก็บตัวอย่าง เก็บอุปกรณ์ใส่ถุงพลาสติกและปิดสนิท
6. นำกลับไปที่วิเคราะห์ห้องปฏิบัติการ ซึ่งหากไม่ทำการวิเคราะห์ในพื้นที่ สามารถเก็บไว้ได้ที่อุณหภูมิห้องไม่เกิน 2 ชั่วโมง หรือเก็บในตู้เย็นไม่เกิน 48 ชั่วโมง
7. ทำการวิเคราะห์เพื่อหาปริมาณของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ที่อยู่ในรูปไนไตรต์ โดยเติมสารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ สารซัลฟานิลไมด์ และสารเอ็นอีดีเอ และวัดการดูดกลืนแสง
8. สร้างกราฟมาตรฐานของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ในรูปของสารไนไตรต์
9. กำหนดหาความเข้มข้นของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ในบรรยากาศ ดังนี้
 - 9.1 ความเข้มข้นของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ จากกราฟมาตรฐาน ด้วยสมการที่ (4)

$$\text{NO}_2 = \frac{L \times V \times [\text{NO}_2^-]}{D \times T} \quad \dots \quad (4)$$

เมื่อ NO_2 คือ ความเข้มข้นของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ในบรรยากาศ (nmol/m^3)

V คือ ปริมาตรที่ใช้สกัด (ml) T คือ ระยะเวลาในการเก็บตัวอย่าง (s)

L คือ ระยะความยาวของการแพร่ (41.2 m^{-1})

NO_2^- คือ ความเข้มข้นของไนไตรต์ในตัวอย่าง (μM) ที่ได้จากกราฟมาตรฐาน

D คือ สัมประสิทธิ์การแพร่ของสาร ($1.54 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$)

- 9.2 ความเข้มข้นของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ในบรรยากาศในหน่วย ppb ทำได้ด้วยสมการที่ (5)

$$\text{NO}_2(\text{ppb}) = \text{NO}_2 \times R \times T \times P \times 10^{-3} \quad \dots \quad (5)$$

เมื่อ $\text{NO}_2(\text{ppb})$ คือ ความเข้มข้นของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ในหน่วยพีพีบี

NO_2 คือ ความเข้มข้นของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ในบรรยากาศ (nmol/m^3)

R คือ ค่าคงที่ของก๊าซ ($0.0821 \text{ L}\cdot\text{atm}/\text{mol}\cdot\text{K}$)

P คือ ความดันบรรยากาศเท่ากับ 1 atm T คือ อุณหภูมิ (K)

- 9.3 กำหนดหาความเข้มข้นของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์เป็นค่าเฉลี่ยราย 1 ชั่วโมง ในหน่วย พีพีบี ทำได้ด้วยสมการที่ได้จากการพัฒนา สมการที่ (6)

$$\text{NO}_2(\text{ppb}) = (0.004 \times \text{PS}) + 8.652 \quad \dots \quad (6)$$

เมื่อ $\text{NO}_2(\text{ppb})$ คือ ความเข้มข้นของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ในบรรยากาศในหน่วยพีพีบี

PS คือ ความเข้มข้นของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ในบรรยากาศที่ได้จากการวิเคราะห์โดยใช้อุปกรณ์ฟอสสิฟในหน่วยพีพีบี

0.004 และ 8.652 คือ ค่าคงที่ ที่ได้จากการศึกษา

ผลการนำอุปกรณ์แบบฟอสสิฟไปตรวจวัดปริมาณความเข้มข้นของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ในมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา พบว่ามีค่าอยู่ในช่วง 0.0089 – 0.1099 พีพีเอ็ม และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.0543 พีพีเอ็ม โดยมีค่าสูงสุดที่ตำแหน่งบริเวณด้านข้างอาคารคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม รองมาคือตำแหน่งด้านข้าง

ร้านเบเกอรี่หน้าอาคารศรีจุฬาฯ และบริเวณประตูทางเข้ามหาวิทยาลัยถนนอุทงนอก ซึ่งตำแหน่งที่ตรวจวัดเป็นตำแหน่งที่ติดกับถนนมีรถเคลื่อนที่ตลอดเวลา ทำให้มีการปล่อยก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ออกมาทางท่อไอเสียของรถ แต่เมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.32 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร หรือเท่ากับ 0.163 พีพีเอ็ม พบว่าความเข้มข้นของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ที่ทำการตรวจวัดมีค่าต่ำกว่าเกณฑ์ที่มาตรฐานกำหนด

6. สรุปผลการศึกษา

การพัฒนาวิธีการตรวจวัดก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ในบรรยากาศ เป็นการศึกษาเพื่อประยุกต์ใช้วิธีการเก็บตัวอย่างแบบพาสซีฟในการเก็บตัวอย่างเพื่อหาความเข้มข้นของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ในบรรยากาศ เป็นค่าเฉลี่ยราย 1 ชั่วโมง ซึ่งพบว่าเมมเบรนที่เหมาะสม คือ ชนิดมิชเชลล์ดูโลส ที่เคลือบด้วยสารดูดซับซึ่งเป็นสารผสมระหว่างสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์และสารละลายโซเดียมอาร์ซีไนด์ ในการเก็บตัวอย่างทำการครอบอุปกรณ์ด้วยถ้วยกระดาษ ติดตั้งในตำแหน่งสูงจากพื้นดิน 1.2 – 1.5 เมตร ผลการศึกษามีค่าไม่แตกต่างกับผลที่ได้จากการตรวจวัดโดยวิธีเทียบเท่าวิธีโซเดียมอาร์ซีไนด์ที่ระดับความชื้นร้อยละ 95 โดยมีค่าความสัมพันธ์เท่ากับ 0.979 การศึกษานี้ทำให้ได้อุปกรณ์เก็บตัวอย่างแบบพาสซีฟที่สามารถเก็บตัวอย่างและหาปริมาณความเข้มข้นของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ในบรรยากาศได้ และผลการตรวจวัดความเข้มข้นของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ในมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา พบว่ามีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน

7. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทาที่ได้สนับสนุนเงินทุนวิจัยในครั้งนี้

8. เอกสารอ้างอิง

- [1] Ayers, G.P., Keywood, M.D., Gillett, R.W., Manins, P.C., Malfroy, M. & Bardsley, T. 1998. Validation of passive diffusion sampler for SO₂ and NO₂ under Australian condition. **Atmospheric Environment Journal**, 33, p. 425 – 437
- [2] กรองแก้ว ทิพย์ศักดิ์. 2548. ทางเลือกใหม่ : เครื่องมืออย่างง่ายในการเฝ้าระวังอากาศเขตเมือง. วารสารวิจัยสถานะแวดล้อม. 1 (27). หน้า 31 – 38.
- [3] วนิตา จินศาสตร์. 2548. กรณีศึกษาการประยุกต์ใช้เทคนิค Passive sampling ในประเทศไทย, เอกสารประกอบการสัมมนาระดมความคิดเห็น การประยุกต์ใช้ Passive sampling ในการตรวจวัดคุณภาพอากาศในบรรยากาศ. กรุงเทพมหานคร: กรมควบคุมมลพิษ.
- [4] Kolehmainen, M.1999. **Evaluating the Goodness of the Model**. Retrive 2006, September 14 from <http://www.uku.fi/Laitokset/ympkem/airquality/hybrid/poster/evalgood.html>.
- [5] กรมควบคุมมลพิษ. 2547. **คู่มือการควบคุมและประกันคุณภาพงานห้องปฏิบัติการสิ่งแวดล้อม**. กรุงเทพมหานคร