การรักษาตัวอย่างสำหรับการตรวจวัดก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ในบรรยากาศโดยวิธีการแบบพาสสีพ

Preserve Sample for Nitrogen Dioxide Measurement in Ambient Air by Passive Sampling Method.

นายศิวพันธุ์ ชูอินทร์*

Sivapan Choo – in

บทคัดย่อ

การศึกษาเรื่องการรักษาตัวอย่างสำหรับการตรวจวัดก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ในบรรยากาศโดยวิธีการแบบพาสสีพ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาระยะเวลาในการเก็บรักษากระดาษกรองหลังหยดสารละลายดูดซับก่อนการเก็บตัวอย่างและระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บรักษาตัวอย่างหลังการเก็บตัวอย่างแล้วก่อนการสกัดด้วยน้ำกลั่น และนำไปใช้ในการตรวจวัดปริมาณความเข้มข้นของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ในมหาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

ผลการศึกษาระยะเวลาในการเก็บรักษาเมมเบรนหลังจากหยดสารละลายดูดซับพบว่าระยะเวลาในการเก็บรักษา 30 นาที เป็นระยะเวลาที่เหมาะสมที่สุด เมื่อเปรียบผลที่ได้กับการเก็บตัวอย่างโดยวิธีการแบบเทียบเท่าวิธีโซเดียมอาร์ซีไนต์ ด้วยหลักการทางสถิติ t – test พบว่ามีค่าไม่แต่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ มีค่าความสัมพันธ์สูงกว่าระยะเวลาอื่น ๆ คือมีค่าเท่ากับ 0.931 จากนั้นนำผลที่ได้ไปศึกษาหาระยะเวลาที่เหมาะสมในการเก็บรักษาตัวอย่างก่อนการสกัดด้วยน้ำกลั่น พบว่าระยะเวลาที่เหมาะสมที่สุด คือ เก็บรักษาตัวอย่าง 5 นาที ก่อนที่ทำการสกัดด้วยน้ำกลั่น ซึ่งให้ค่าความสัมพันธ์ของการวิเคราะห์ด้วยหลักการทางสถิติระหว่างค่าที่ตรวจวัดได้โดยอุปกรณ์แบบพาสสีพและวิธีการแบบเทียบเท่ามีค่าความสัมพันธ์มากที่สุด คือ มีค่าเท่ากับ 0.984 อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาจากค่าความสัมพันธ์ที่ได้เมื่อเปรียบเทียบระยะเวลาในการเก็บที่ 0 และ 10 นาที มีค่าความสัมพันธ์ในระดับสูง คือ เท่ากับ 0.958 และ 0.945 ตามลำดับ ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่าระยะเวลาในการเติมน้ำกลั่นเพื่อสกัดสามารถทำได้ในระยะเวลา 10 นาที ที่จะให้ผลการวิเคราะห์มีความถูกต้อง

ผลการตรวจวัดปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ในมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา ผลการตรวจวัดพบว่าความเข้มข้นที่ตรวจวัดได้มีค่าความเข้มข้นอยู่ในช่วง 13.88 – 139.47 พีพีบี บริเวณที่ทำการตรวจพบความเข้มข้นสูงสุด พบที่หน้าอาคารศรีจุฑาภา (อาคาร 21) ซึ่งเป็นบริเวณริมถนนที่เป็นจุด

* อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ภาควิชาวิทยาศาสตร์ประยุกต์
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

ทางออกของรถที่วิ่งออกนอกมหาวิทยาลัย และอยู่ใกล้กับถนนสามเสน ส่วนค่าต่ำสุดที่ตรวจพบคือบริเวณหน้าอาคาร 23 ซึ่งอยู่ริมถนน แต่เป็นถนนที่มีปริมาณรถจำนวนน้อย ห่างไกลจากถนนโดยรอบของมหาวิทยาลัย อย่างไรก็ตามผลการตรวจวัดปริมาณความเข้มข้นของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ยังมีค่าต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน คือมีค่าน้อยกว่า 163 พีพีบี ทุกครั้งในการตรวจวัด

คำสำคัญ : มลพิษทางอากาศ, ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์, วิธีการเก็บตัวอย่างแบบพาสสีพ

Abstract

This study focuses on preserve sample for measure nitrogen dioxide in ambient air. Two objectives of the study are as follow; first, to found a time which preserve filter paper or membrane after coated with absorbing agent and a time which preserve sample before extract with deionize water and measure nitrogen dioxide with develop color method, and second, to measure nitrogen dioxide concentration in the area of Suan Sunandha Rajabhat University.

According to the study. After coated with absorbing agent, the filter paper have been preserve in 30 min., that optimize period. The concentration of nitrogen dioxide derived from this process have been compared to those derived from sodium arsentie technique using Independent – Sample Test (T – Test) at significant level of 95%. This compare have been correlation equal to 0.931. As a consequence of this study. After collection sample, this filter paper have been extracted by deionize water in 5 min., which is suitable time, with correlation equal to 0.984. However, that time before extracted in 0 and 10 min. can be use with correlation equal to 0.958 and 0.945 respectively.

As a final to this study. It found that nitrogen dioxide concentration in the area of Suan Sunandha Rajabhat University are in the range of 13.88 – 139.47 ppb. The maximum concentration of nitrogen dioxide is found at the sample site in the front of Sri Jutapa building. The minimum concentration of nitrogen dioxide is found at the sample site in the front of 23 building. However, the concentration of nitrogen dioxide found in area of the university are lower than the standard level of 163 ppb.

Key words : air pollution, nitrogen dioxide, passive sampling method

คำนำ

ในปัจจุบันปัญหามลพิษทางอากาศในกรุงเทพมหานครเป็นปัญหาที่มีความสำคัญ ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพของคนโดนตรง อันเนื่องมาจากการปล่อยก๊าซมลพิษจากท่อไอเสียของรถ ไม่ว่าจะเป็นรถเมล์ รถโดยสารส่วนบุคคล รถจักรยานยนต์ เป็นต้น หรือการเผาไหม้ต่าง ๆ ก๊าซมลพิษที่สำคัญได้แก่ ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ และอนุภาคฝุ่น การประเมินผลกระทบที่เกิดขึ้นจากมลพิษทางอากาศทำได้โดยการตรวจวัดจริงในพื้นที่นั้น ๆ ซึ่งทำให้ทราบระดับความเข้มข้นของสารมลพิษเหล่านั้น วิธีการตรวจวัดที่เป็นวิธีการมาตรฐานในการตรวจวัดคุณภาพอากาศเป็นวิธีการที่มีการใช้เครื่องมือซึ่งมีราคาแพง ทำการตรวจวัดได้ครั้งละ 1 ตำแหน่ง ทำให้มีการพัฒนาวิธีการตรวจวัดแบบอื่น ๆ ขึ้น เช่น การตรวจวัดก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ทำได้โดยการใช้อุปกรณ์แบบพาสสีพ

ดังนั้นในงานวิจัยนี้จะทำการศึกษาเพื่อพัฒนาวิธีการเก็บตัวอย่างแบบพาสสีพ โดยศึกษาระยะเวลาที่ใช้ในการเตรียม ระยะเวลาที่สามารถเก็บรักษาตัวอย่างได้หลังจากหยดหรือเคลือบสารดูดซับไปแล้วก่อนทำการเริ่มเก็บตัวอย่าง และทำการศึกษาระยะเวลาที่เก็บรักษาตัวอย่างหลังจากสิ้นสุดการเก็บตัวอย่างแล้ว เพื่อที่จะทำให้ทราบระยะเวลาที่เหมาะสม ทั้งนี้จะเป็นประโยชน์ในการเก็บตัวอย่างในพื้นที่ห่างไกลจากห้องปฏิบัติการ เพื่อจะเก็บรักษาตัวอย่างโดยให้ผลการวิเคราะห์มีค่าถูกต้อง เชื่อถือได้

อุปกรณ์เก็บตัวอย่างก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์แบบพาสสีพ (passive sampling) อาศัยหลักการแพร่ของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ผ่านเมมเบรน ซึ่งเมมเบรนจะเคลือบด้วยสารเคมีเพื่อดูดซับหรือเกิดปฏิกิริยากับก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ การซึมผ่านของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์เป็นการแพร่ของโมเลกุลของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์อย่างอิสระ (free molecular diffusion) ที่เกิดจากความเข้มข้นที่ต่างกันของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ในอากาศกับก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์บนเมมเบรน ฟลักซ์ของมวลสารสามารถใช้“กฎการแพร่ข้อแรกของฟิค (Fick’s First Law of Diffusion)” ซึ่งอธิบายได้ว่าเป็นสัดส่วนโดยตรงกับความแตกต่างของความเข้มข้นของสารมลพิษ ดังสมการที่ (1) [1]

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

เมื่อ F คือ ฟลักซ์ของมวลสาร ($g/cm^2.s$)

D คือ สัมประสิทธิ์การแพร่ของสาร (diffusion coefficient)

dC คือ ความเข้มข้นของมลพิษที่ต่างกันระหว่างในอากาศกับบนเมมเบรน

dL คือ ระยะความยาวของการแพร่ (effective path length)

ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ที่ถูกดูดซับอยู่บนเมมเบรนหาได้จากสมการที่ (2) [2]

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

เมื่อ M คือ มวลของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (g)

F คือ ฟลักซ์ของมวลสาร ($g/cm^2.s$)

A คือ พื้นที่หน้าตัดของเมมเบรน

T คือ ระยะที่รับสัมผัส (s)

ความเข้มข้นของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์หาได้จากสมการที่ (3) [3]

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

เมื่อ C_{air} คือ ความเข้มข้นของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ในบรรยากาศ

M คือ มวลของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (g)

F คือ ฟลักซ์ของมวลสาร ($g/cm^2.s$)

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

D คือ สัมประสิทธิ์การแพร่ของสาร (1.54×10^{-5} m^2/s)

A คือ พื้นที่หน้าตัดของเมมเบรน

T คือ ระยะที่รับสัมผัส (s)

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาหาระยะเวลาที่เหมาะสมในการเตรียมและการเก็บรักษาตัวอย่าง ในการตรวจวัดก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ด้วยอุปกรณ์แบบพาสสีพ

2. เพื่อตรวจวัดปริมาณความเข้มข้นของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ในมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

เครื่องมือ อุปกรณ์

เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย

1. อุปกรณ์ตรวจวัดความเข้มข้นของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ โดยวิธีเทียบเท่าวิธีโซเดียมอาร์ซีไนต์ ดังภาพที่ 1. ประกอบด้วย อิมพินเจอร์ ปั๊มดูดอากาศขนาดเล็ก มาตรวัดอัตราการไหลแบบแห้ง สายยาง ขาตั้ง เครื่องวัดค่าการดูดกลืนคลื่นแสง เครื่องแก้ว สารเคมี เป็นต้น

ภาพที่ 1 อุปกรณ์เก็บตัวอย่างโดยวิธีโซเดียมอาร์ซีไนต์

2. อุปกรณ์แบบพาสสีพ ดังภาพที่ 2 -3

2.1 เมมเบรนหรือกระดาษกรองชนิดเมมเบรนชนิดมิกซ์เซลล์ลูโลส (mixcellulose : MCE) มีขนาดรู เท่ากับ 0.8 ไมโครเมตร ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 37 มิลลิเมตร

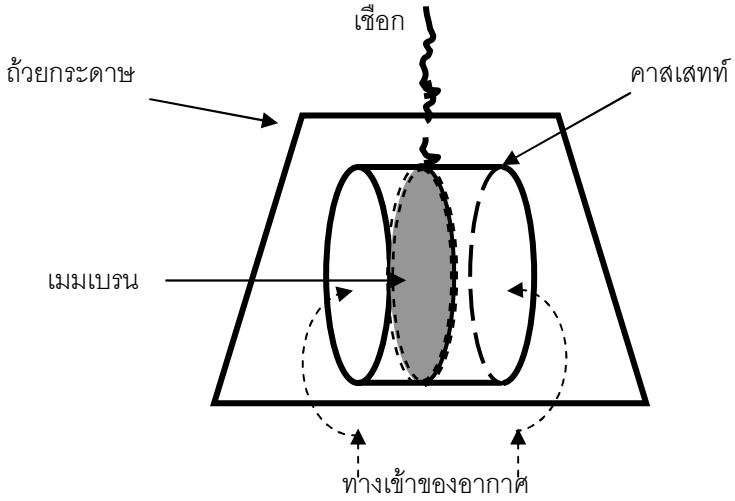
2.2 ถ้วยกระดาษ เชือก

2.4 คาสเสทท์ (cassette) สำหรับเก็บตัวอย่างอนุภาคฝุ่นที่ตัวบุคคล

3. เทอร์โมมิเตอร์

4. ปิเปตอัตโนมัติ (auto pipet) ปากคีบ (forcep)

ภาพที่ 2. อุปกรณ์แบบพาสสีพที่ทำการออกแบบเบื้องต้น



ภาพที่ 3. โครงสร้างของอุปกรณ์ตรวจวัดแบบพาสสีพ

วิธีการวิจัย

ขั้นตอนในการศึกษามีดังนี้

1. ศึกษาวิธีการตรวจวัดความเข้มข้นของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์แบบพาสสีพ

2. ดำเนินการศึกษาระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บรักษากระดาษกรองหรือเมมเบรน (เก็บในถุงพลาสติกที่ปิดสนิท) หลังจากทำการหยดสารละลายดูดซับแล้ว 5 ระยะเวลา คือ หลังจากทำการหยดสารละลายดูดซับแล้ว นำไปตรวจวัดทันที เก็บรักษาเป็นระยะเวลา 5 10 30 และ 60 นาที

ทำการเก็บตัวอย่างเพื่อหาปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์โดยวิธีการแบบพาสสีพ เป็นค่าเฉลี่ยราย 1 ชั่วโมง โดยใช้กระดาษกรองที่หยดน้ำกลั่นเป็นแบลงค์ และทำการเก็บพร้อมกันสองตัวอย่างในแต่ละช่วงเวลา เพื่อนำผลที่ได้มาหาค่า % duplicate (ยอมรับที่ค่า < 10%) พร้อมกับการเก็บตัวอย่างโดยวิธีการแบบเทียบเท่าวิธีโซเดียมอาร์ซีไนต์

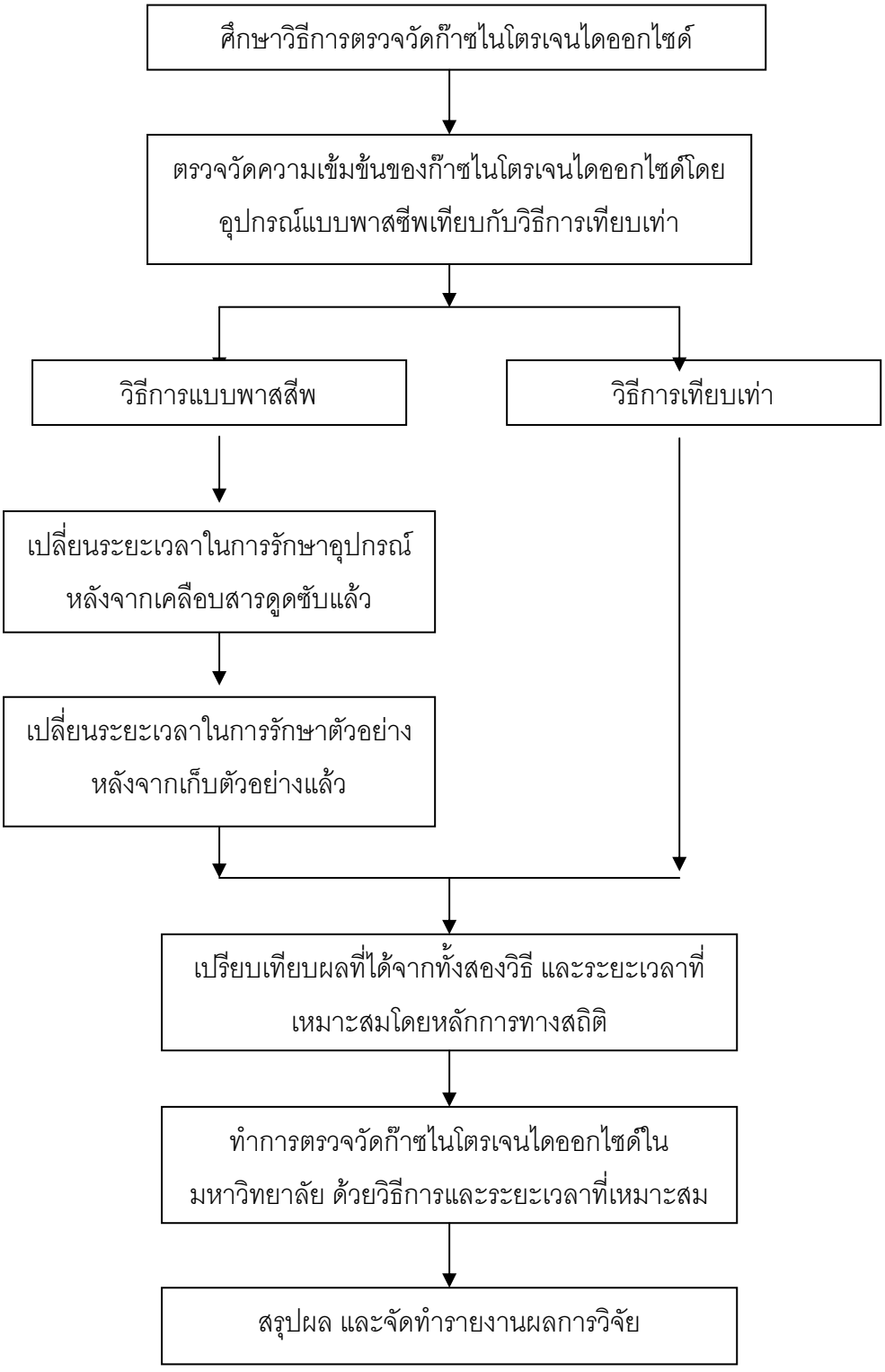
3. ทดสอบโดยหลักหลักการทางสถิติ t – test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เพื่อหาว่าการเก็บรักษากระดาษกรองในระยะเวลาเท่าใดที่ให้ผลที่มีค่าความสัมพันธ์กับวิธีการแบบเทียบเท่ามากที่สุด

4. นำผลระยะเวลาที่เหมาะสมที่ได้จากข้อ 3 มาใช้เพื่อหาระยะเวลาที่ใช้ในการเก็บรักษาตัวอย่างหลังจากที่ทำการเก็บตัวอย่างแล้ว ก่อนการนำมาสกัดด้วยน้ำกลั่น 5 ระยะเวลา คือ ทำการสกัดด้วยน้ำกลั่นทันที หลังจากเก็บตัวอย่างเสร็จสิ้นแล้ว เก็บรักษาเป็นระยะเวลา 5 10 30 และ 60 นาที ก่อนสกัดด้วยน้ำกลั่น

5. ทดสอบโดยหลักหลักการทางสถิติ t – test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เพื่อหาว่าการเก็บรักษากระดาษกรองหลังจากเก็บตัวอย่างเสร็จสิ้นแล้วก่อนการสกัดด้วยน้ำกลั่น ระยะเวลาเท่าใดที่ให้ผลที่มีค่าความสัมพันธ์กับวิธีการแบบเทียบเท่ามากที่สุด

6. นำผลการศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมไปใช้ในการตรวจวัดความเข้มข้นของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ในมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา เป็นค่าเฉลี่ยราย 1 ชั่วโมง

7. สรุปและเผยแพร่ผลการวิจัย



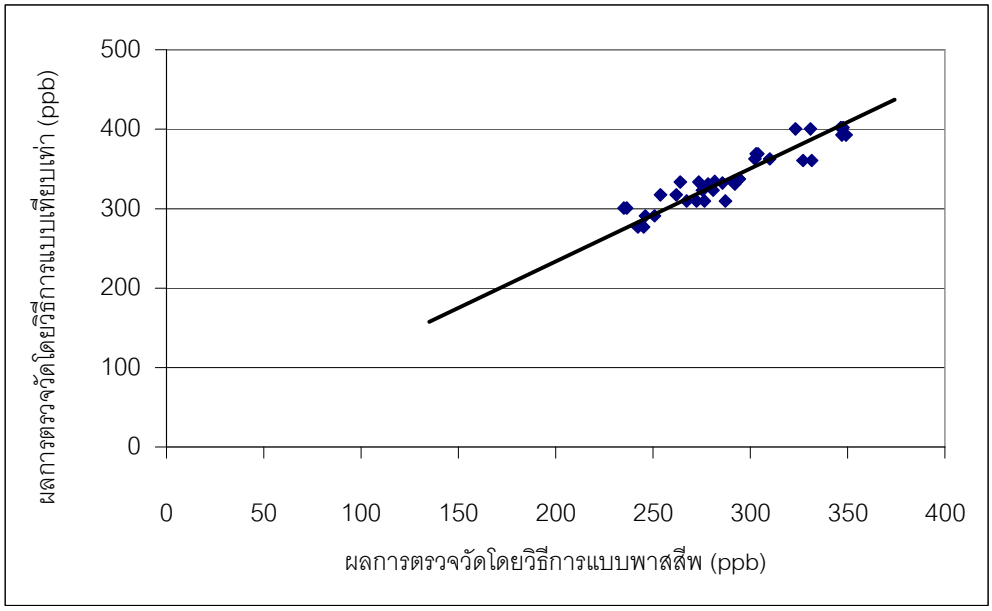
ภาพที่ 4. สรุปขั้นตอนการดำเนินงาน

ผลการศึกษา

ผลการดำเนินการศึกษาระยะเวลาที่ใช้ในการเตรียมและเก็บรักษาตัวอย่าง โดยทำการกำหนดเวลาและตรวจวัดความเข้มข้นของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ที่อาศัยพื้นฐานของการเก็บตัวอย่างแบบพาสสีพที่ใช้สารดูดซับเป็นสารผสมระหว่างสารโซเดียมไฮดรอกไซด์และโซเดียมอาร์ซีไนต์ และตรวจวัดเทียบกับวิธีการเทียบเท่า ผลการศึกษาพบว่าค่าความเข้มข้นที่ได้จากการตรวจวัดทั้งสองวิธีที่มีระยะเวลาในการรักษากระดาษกรองหลังจากหยดสารละลายดูดซับแล้วที่ 5, 30 และ 60 นาที มีค่าไม่แตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95%[4] และมีค่าความสัมพันธ์เท่ากับ -0.348 0.931 และ 0.637 ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์ทางสถิติแสดงดังตารางที่ 1.

ตารางที่ 1. ค่าความสัมพันธ์ Paired Samples Correlations

การเปรียบเทียบความสัมพันธ์		N	Correlation	Sig.
Pair 1	ระยะเวลาเก็บ 0 นาที กับ วิธีเทียบเท่า	36	0.152	0.376
Pair 2	ระยะเวลาเก็บ 5 นาที กับ วิธีเทียบเท่า	36	-0.348	0.037
Pair 3	ระยะเวลาเก็บ 10 นาที กับ วิธีเทียบเท่า	36	0.053	0.757
Pair 4	ระยะเวลาเก็บ 30 นาที กับ วิธีเทียบเท่า	36	0.931	0.000
Pair 5	ระยะเวลาเก็บ 60 นาที กับ วิธีเทียบเท่า	36	0.637	0.000



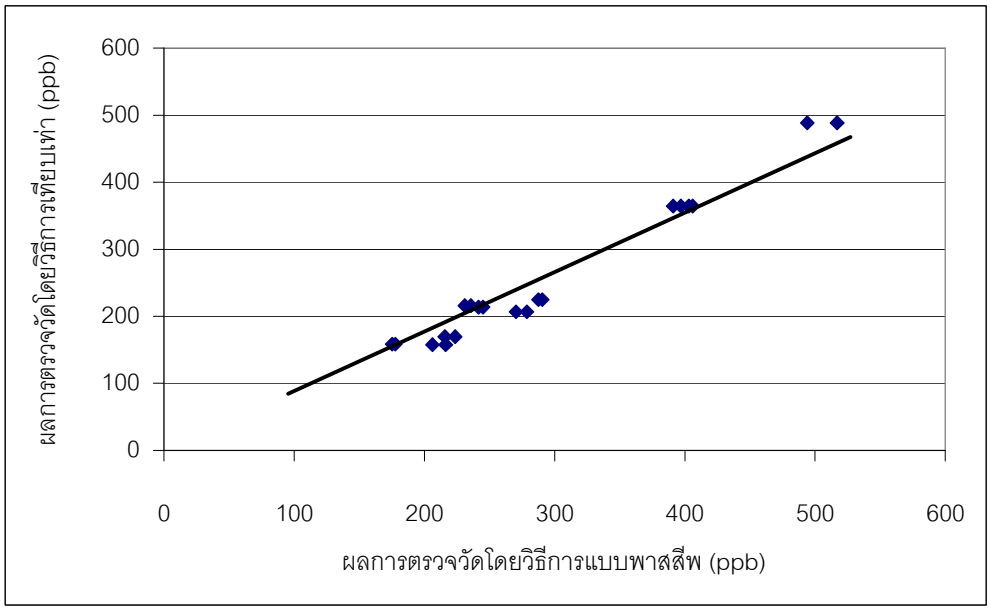
กราฟที่ 1. การเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างวิธีการตรวจวัดแบบพาสสีพที่ใช้ระยะเวลาเก็บรักษากระดาษกรอง 30 นาที ก่อนการดำเนินการเก็บตัวอย่างกับวิธีการแบบเทียบเท่า

จากการศึกษาพบว่าการเก็บตัวอย่างโดยทำการเก็บรักษาที่ระยะเวลา 30 นาที ให้ผลของความสัมพันธ์สูงสุด ดังกราฟที่ 1. มีค่า % duplicate ไม่เกินร้อยละ 10 ซึ่งผ่านเกณฑ์การยอมรับ[5] จึงนำระยะเวลาดังกล่าวไปใช้ในการศึกษาเพื่อหาระยะเวลาในการรักษาตัวอย่างหลังจากเก็บตัวอย่าง

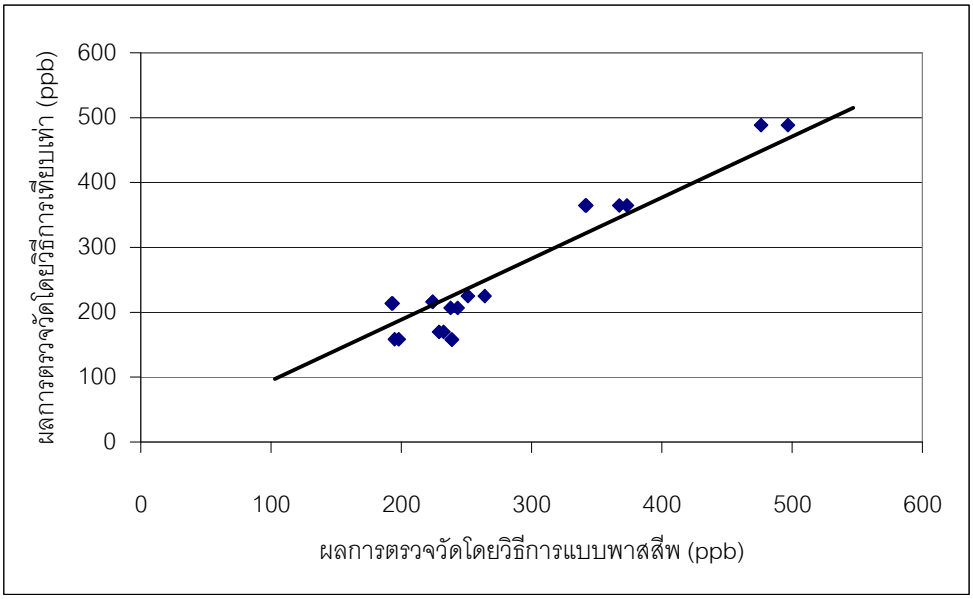
ผลการศึกษาระยะเวลาในการรักษากระดาษกรองหลังจากเก็บตัวอย่างก่อนสกัดด้วยน้ำกลั่นที่ 0 5 10 30 และ 60 นาที พบว่ามีค่าไม่แตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % และมีค่าความสัมพันธ์เท่ากับ 0.958 0.984 0.945 0.854 และ 0.773 ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์แสดงดังตารางที่ 2. และกราฟที่ 2 – 4.

ตารางที่ 2. ค่าความสัมพันธ์ Paired Samples Correlations

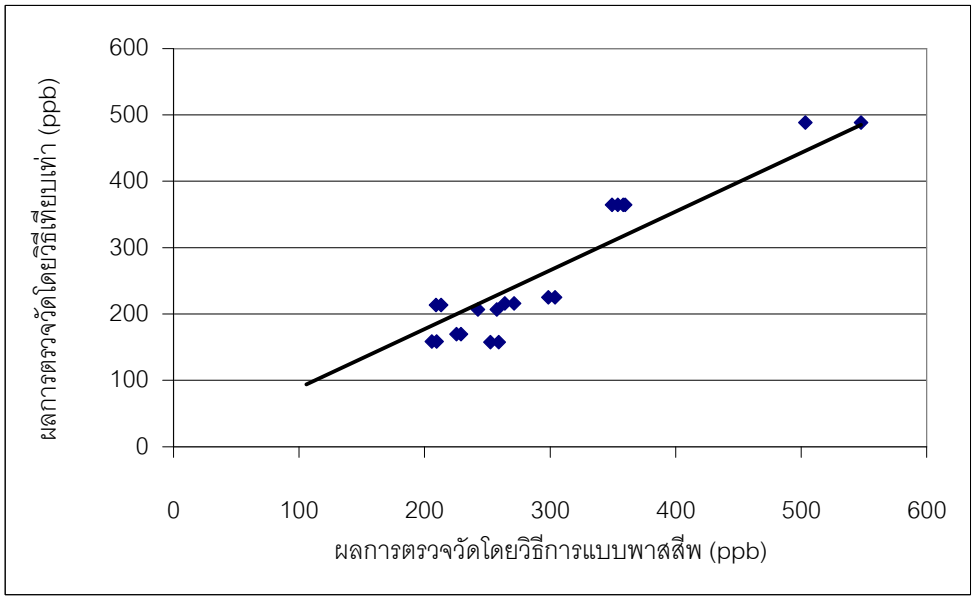
	การเปรียบเทียบความสัมพันธ์	N	Correlation	Sig.
Pair 1	ระยะเวลาเก็บ 0 นาที กับ วิธีเทียบเท่า	20	0.958	0.000
Pair 2	ระยะเวลาเก็บ 5 นาที กับ วิธีเทียบเท่า	20	0.984	0.000
Pair 3	ระยะเวลาเก็บ 10 นาที กับ วิธีเทียบเท่า	20	0.945	0.000
Pair 4	ระยะเวลาเก็บ 30 นาที กับ วิธีเทียบเท่า	20	0.854	0.000
Pair 5	ระยะเวลาเก็บ 60 นาที กับ วิธีเทียบเท่า	20	0.773	0.000



กราฟที่ 2 การเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างวิธีการตรวจวัดแบบพาสสีพที่ใช้ระยะเวลาเก็บรักษาตัวอย่างก่อนสกัดด้วยน้ำกลั่น 5 นาที กับวิธีการแบบเทียบเท่า



กราฟที่ 3. การเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างวิธีการตรวจวัดแบบพาสสีพที่ใช้ระยะเวลาเก็บรักษาตัวอย่างก่อนสกัดด้วยน้ำกลั่น 0 นาที (สกัดทันที) กับวิธีการแบบเทียบเท่า



กราฟที่ 4. การเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างวิธีการตรวจวัดแบบพาสสีพที่ใช้ระยะเวลาเก็บรักษาตัวอย่างก่อนสกัดด้วยน้ำกลั่น 10 นาที กับวิธีการแบบเทียบเท่า

ผลการศึกษาเพื่อหาระยะเวลาที่เหมาะสมในการรักษาตัวอย่างก่อนทำการสกัดด้วยน้ำกลั่น พบว่าระยะเวลาที่เหมาะสมที่สุดคือ เก็บรักษาตัวอย่าง 5 นาที ก่อนที่ทำการสกัดด้วยน้ำกลั่น ซึ่งให้ค่าความสัมพันธ์ของการวิเคราะห์ด้วยหลักการทางสถิติระหว่างค่าที่ตรวจวัดได้โดยอุปกรณ์แบบพาสสีพและวิธีการแบบเทียบเท่ามีค่าความสัมพันธ์มากที่สุด คือ มีค่าเท่ากับ 0.984 อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาจากค่า

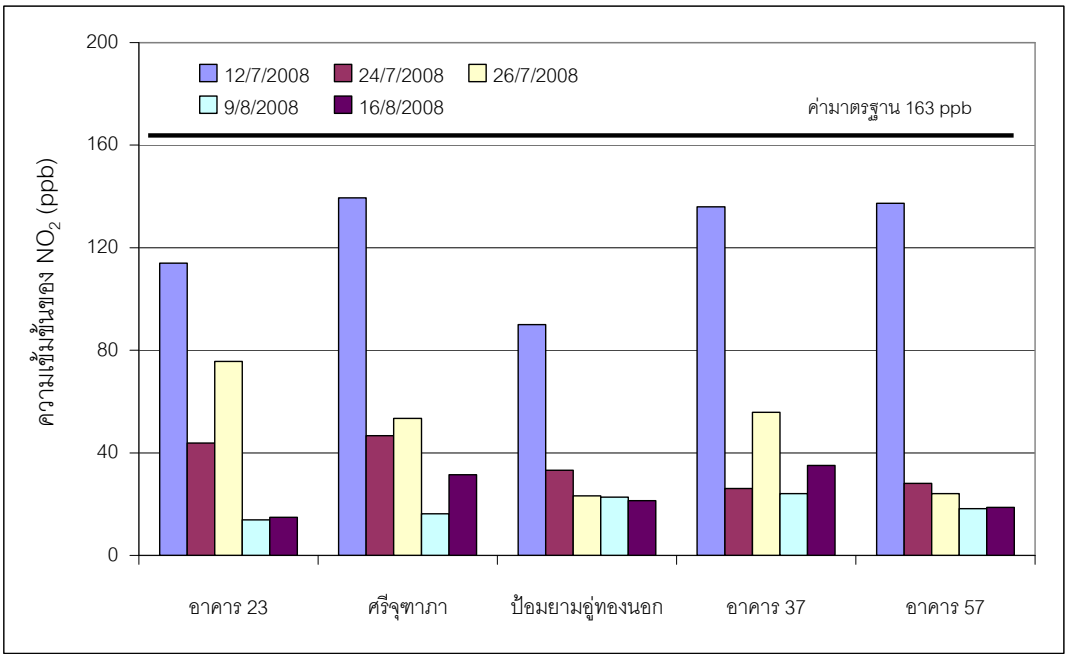
ความสัมพันธ์ที่ได้เมื่อเปรียบเทียบระยะเวลาในการเก็บที่ 0 และ 10 นาที มีค่าความสัมพันธ์ในระดับสูงเช่นกัน คือ เท่ากับ 0.958 และ 0.945 ตามลำดับ ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่าระยะเวลาในการเติมน้ำกลั่นเพื่อสกัดสามารถทำได้ในระยะเวลา 10 นาที ที่จะให้ผลการวิเคราะห์มีความถูกต้อง

สรุปการหาระยะเวลาที่เหมาะสมในการรักษากระดาษกรองและการเก็บตัวอย่าง ดังนี้

1. ในการเก็บตัวอย่างเมื่อทำการหยดสารละลายดูดซับบนกระดาษกรองหรือเมมเบรนแล้วจะต้องทำการเก็บรักษาไว้ในถุงพลาสติกที่ปิดสนิทเพื่อไม่ให้สัมผัสกับอากาศในบรรยากาศเป็นระยะเวลา 30 นาที จึงนำออกไปเพื่อเริ่มเก็บตัวอย่างก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ในบรรยากาศเป็นระยะเวลา 1 ชั่วโมง

2. หลังจากเก็บตัวอย่างเป็นเวลา 1 ชั่วโมงเสร็จสิ้นแล้ว ทำการสกัดด้วยน้ำกลั่นภายในระยะเวลา 10 นาที เพื่อให้ผลของการวิเคราะห์มีความถูกต้องที่สุด ทั้งนี้หากไม่เติมน้ำกลั่นทันทีต้องเก็บใส่ถุงพลาสติกที่ปิดสนิทเพื่อไม่ให้สัมผัสกับอากาศ แต่เก็บได้ในระยะเวลาไม่เกิน 10 นาที

ผลการตรวจวัดความเข้มข้นของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ในมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา พบว่าความเข้มข้นที่ตรวจวัดได้มีค่าความเข้มข้นอยู่ในช่วง 13.88 – 139.47 พีพีบี ดังกราฟที่ 5. บริเวณที่ทำการตรวจพบความเข้มข้นสูงสุด พบที่หน้าอาคารศรีจุฑาภา (อาคาร 21) ซึ่งเป็นบริเวณริมถนนที่เป็นจุดทางออกของรถที่วิ่งออกนอกมหาวิทยาลัย และอยู่ใกล้กับถนนสามเสน ส่วนค่าต่ำสุดที่ตรวจพบคือบริเวณหน้าอาคาร 23 ซึ่งอยู่ริมถนน แต่เป็นถนนที่มีปริมาณรถจำนวนน้อย ห่างไกลจากถนนโดยรอบของมหาวิทยาลัย อย่างไรก็ตามผลการตรวจวัดปริมาณความเข้มข้นของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ยังมีค่าต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน คือมีค่าน้อยกว่า 163 พีพีบี ทุกครั้งในการตรวจวัด



กราฟที่ 5. ผลการตรวจวัดความเข้มข้นของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์โดยวิธีการแบบพาสสีพในมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

สรุปวิธีการตรวจวัดก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ในบรรยากาศ

วิธีการเก็บตัวอย่างและตรวจวัดเพื่อหาปริมาณความเข้มข้นของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ในบรรยากาศ โดยวิธีการแบบพาสสีพ

1. เตรียมสารเคมี ตามวิธีการวิเคราะห์

2. จัดเตรียมอุปกรณ์ในการเก็บตัวอย่างแบบพาสซีพ

3. ทำการหยดสารละลายดูดซับซึ่งเป็นสารผสมของสารโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 0.002 โมลาร์ และสารโซเดียมอาร์ซีไนต์เข้มข้น 1.54×10^{-4} โมลาร์ลงบนเมมเบรนชนิดมิกซ์เซลล์ลูโลสปริมาณ 3 มิลลิลิตร เก็บอุปกรณ์ไว้ในถุงพลาสติกที่ปิดสนิท

4. ทิ้งไว้ 30 นาที

5. นำไปติดตั้ง ณ ตำแหน่งที่ต้องการตรวจวัด เป็นค่าเฉลี่ย 1 ชั่วโมง หลังจากหยดสารดูดซับแล้ว จดบันทึกเวลาเริ่มเก็บติดตั้ง วัดอุณหภูมิบรรยากาศในขณะนั้น ติดตั้งสูงจากพื้น 1.2 – 1.5 เมตร

6. เมื่อครบเวลา 1 ชั่วโมง จดบันทึก เวลาหยุดเก็บตัวอย่าง เก็บอุปกรณ์ใส่ถุงพลาสติกและปิดสนิท วัดอุณหภูมิในบรรยากาศหลังเก็บตัวอย่าง

7. ทำการสกัดด้วยน้ำกลั่นภายในระยะเวลา 10 นาที หลังจากหยุดเก็บตัวอย่างเมื่อครบระยะเวลา 1 ชั่วโมง

8. ทำการวิเคราะห์เพื่อหาปริมาณของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ โดยเติมสารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ สารซัลฟานิลาไมด์ และสารเอ็นอีดีเอ และวัดการดูดกลืนแสง พร้อมกับทำกราฟมาตรฐาน

9. คำนวณหาความเข้มข้นของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ในบรรยากาศ

ขั้นตอนการคำนวณหาความเข้มข้นของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ด้วยวิธีการแบบพาสสีพ ดังนี้

1. ความเข้มข้นของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ จากกราฟมาตรฐาน ดังสมการที่ (4)

$$NO_2 = \frac{L \times V \times [NO_2^-]}{D \times T} \quad \ldots\ldots \quad (4)$$

เมื่อ NO_2 คือ ความเข้มข้นของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ในบรรยากาศ ($nmoles/m^3$)

V คือ ปริมาตรน้ำกลั่นที่ใช้สกัด (ml)

L คือ ระยะความยาวของการแพร่ (41.2 m)

NO_2^- คือ ความเข้มข้นของไนไตรต์ในตัวอย่าง (μM) ได้จากกราฟมาตรฐานหรือสมการแสดงความสัมพันธ์

D คือ สัมประสิทธิ์การแพร่ของสาร (1.54×10^{-5} m^2/s)

T คือ ระยะเวลาในการเก็บตัวอย่าง (s)

2. ความเข้มข้นของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ในบรรยากาศในหน่วยพีพีบี (ppb) ทำได้ด้วยสมการที่ (5.)

$$NO_2(ppb) = NO_2 \times R \times T \times P \times 10^{-3} \quad \ldots\ldots \quad (5)$$

เมื่อ NO_2(ppb) คือ ความเข้มข้นของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ในบรรยากาศ (พีพีบี)

NO_2 คือ ความเข้มข้นของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ในบรรยากาศ (nmoles/m^3)

R คือ ค่าคงที่ของก๊าซ (0.0821 L.atm/mol.K)

P คือ ความดันบรรยากาศเท่ากับ 1 atm

T คือ อุณหภูมิ (K)

3. คำนวณหาความเข้มข้นของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์เป็นค่าเฉลี่ยราย 1 ชั่วโมง ในหน่วย พีพีบี ด้วยสมการที่ (6.)

$$NO_2 (ppb) = (0.004 \times PS) + 8.652 \quad \ldots\ldots \quad (6)$$

เมื่อ NO_2 (ppb) คือ ความเข้มข้นของก๊าซไนโตรเจนในบรรยากาศในหน่วยพีพีบี

PS คือ ความเข้มข้นของก๊าซไนโตรเจนในบรรยากาศที่ได้จากการวิเคราะห์โดยใช้อุปกรณ์พาสสีพในหน่วยพีพีบี คือ ค่า NO_2(ppb) ความเข้มข้นของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ในบรรยากาศในหน่วยพีพีบี

ความเข้มข้นของก๊าซไนโตรเจนในบรรยากาศสามารถแปลงหน่วยเป็นหน่วยต่าง ๆ ตามที่ต้องการได้ ดังสมการที่ (7) – (8)

$$C\ (ppm) = C\,(mg/m^3) \times \frac{24.45}{Mp} \quad \ldots\ldots \quad (7)$$

$$C\,(ppb) = C\,(\mu g/m^3) \times \frac{24.45}{Mp} \quad \ldots\ldots \quad (8)$$

เมื่อ C (ppm) คือ ความเข้มข้นของสารมลพิษทางอากาศ (ppm)

C (ppb) คือ ความเข้มข้นของสารมลพิษทางอากาศ (ppb)

C (mg/m^3) คือ ความเข้มข้นของสารมลพิษทางอากาศในหน่วย (mg/m^3)

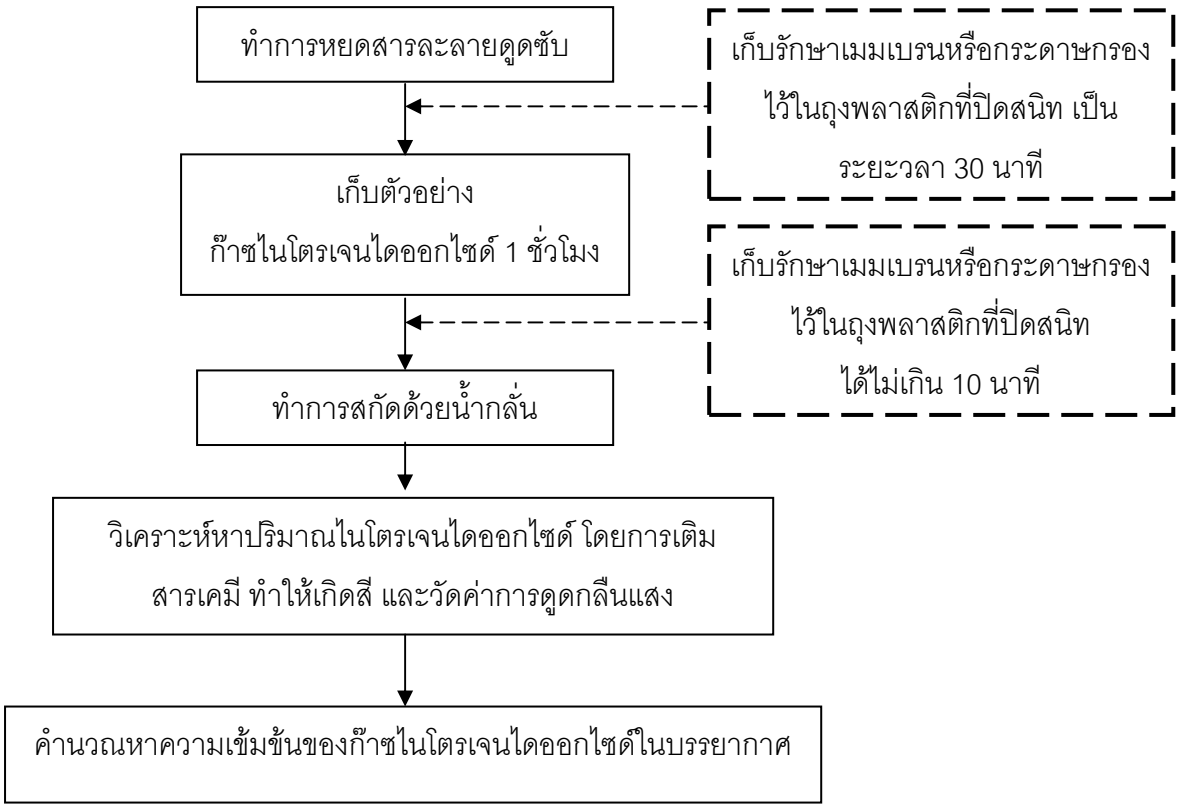
C ($\mu g/m^3$) คือ ความเข้มข้นของสารมลพิษทางอากาศใน ($\mu g/m^3$)

Mp คือน้ำหนักโมเลกุลของสารมลพิษทางอากาศน้ำหนักโมเลกุลของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) เท่ากับ 48

สรุปผลการศึกษา

ผลการศึกษาระยะเวลาในการเก็บรักษาเมมเบรนหลังจากหยดสารละลายดูดซับพบว่าระยะเวลาในการเก็บรักษา 30 นาที เป็นระยะเวลาที่เหมาะสมที่สุด เมื่อเปรียบเทียบผลที่ได้กับการเก็บตัวอย่างโดยวิธีการแบบเทียบเท่าวิธีโซเดียมอาร์ซีไนต์ ด้วยหลักการทางสถิติ t – test พบว่ามีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ มีค่าความสัมพันธ์สูงกว่าระยะเวลาอื่น ๆ คือมีค่าเท่ากับ 0.931 ค่าการวิเคราะห์ซ้ำให้ผลความแตกต่างของการวิเคราะห์ซ้ำไม่เกินร้อยละ 10 ซึ่งเป็นค่าที่ผ่านเกณฑ์ยอมรับ จากนั้นนำผลที่ได้ไปศึกษาหาระยะเวลาที่เหมาะสมในการเก็บรักษาตัวอย่างหลังจากเก็บตัวอย่างก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ครบ 1 ชั่วโมง ก่อนการสกัดด้วยน้ำกลั่น พบว่าระยะเวลาที่เหมาะสมที่สุดคือ เก็บรักษาตัวอย่าง 5 นาที ก่อนที่ทำการสกัดด้วยน้ำกลั่น ซึ่งให้ค่าความสัมพันธ์ของการวิเคราะห์ด้วยหลักการทางสถิติระหว่างค่าที่ตรวจวัดได้โดยอุปกรณ์แบบพาสสีพและวิธีการแบบเทียบเท่ามีค่าความสัมพันธ์มากที่สุด คือ มีค่าเท่ากับ 0.984 อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาจากค่าความสัมพันธ์ที่ได้ พบว่าระยะเวลาในการเก็บที่ 0 และ 10 นาที มีค่าความสัมพันธ์ในระดับสูง คือ เท่ากับ 0.958 และ 0.945 ตามลำดับ ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่าระยะเวลาในการเติมน้ำกลั่นเพื่อสกัดสามารถทำได้ในระยะเวลา 10 นาที ที่จะให้ผลการวิเคราะห์มีความถูกต้อง

ผลการตรวจวัดพบว่าความเข้มข้นที่ตรวจวัดได้มีค่าความเข้มข้นอยู่ในช่วง 13.88 – 139.47 พีพีบี โดยมีค่าต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน คือมีค่าน้อยกว่า 163 พีพีบี ทุกครั้งในการตรวจวัด



ภาพที่ 5. สรุปขั้นตอนการเก็บตัวอย่างโดยวิธีการแบบพาสสีพ

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทาที่ได้สนับสนุนเงินทุนวิจัยในครั้งนี้

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 ทิพยศักดิ์. 2548. ทางเลือกใหม่ : เครื่องมืออย่างง่ายในการเฝ้าระวังอากาศเขตเมือง. **วารสารวิจัยสภาวะแวดล้อม**. 1 (27). หน้า 31 – 38.

[3] วนิดา จีนศาสตร์. 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