

ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ



242240

การพัฒนาแบบสัมาตรฐานสำหรับบุคคลชอบปริมาณไนโตรเจน
ไดออกไซด์ในอากาศด้วยเทคนิคการถ่ายภาพ

ศุภฤกษ์ อินทพันธ์์

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม

บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ตุลาคม 2553



การพัฒนาแอปพลิเคชันสำหรับชุดทดสอบปริมาณไนโตรเจน
ไดออกไซด์ในอากาศด้วยเทคนิคการถ่ายภาพ



ศุภฤกษ์ อินทนนต์

วิทยานิพนธ์นี้เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัยเพื่อเป็นส่วนหนึ่ง
ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม

บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ตุลาคม 2553

การพัฒนาแบบสัมภาษณ์สำหรับชุดทดสอบปริมาณไนโตรเจน
ไดออกไซด์ในอากาศด้วยเทคนิคการถ่ายภาพ

ศุภฤกษ์ อินทนนต์

วิทยานิพนธ์นี้ได้รับการพิจารณาอนุมัติให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์


.....ประธานกรรมการ
รศ. ดร. ประศักดิ์ ถาวรยุคการต์


.....
ผศ. ดร. สมพร จันทระ


.....กรรมการ
ผศ. ดร. สมพร จันทระ


.....กรรมการ
อ. ดร. พิชญ มังกรอัสกุล

21 ตุลาคม 2553

© ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเชียงใหม่

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลือจากหลายบุคคล

บุคคลที่สำคัญที่สุด คือ ผศ.ดร. สมพร จันทระ ผู้ซึ่งอดทนให้ออกาส ให้คำแนะนำ และให้วิธีคิด
คณะกรรมการสอบงานวิจัย รศ.ดร. ประศักดิ์ ถาวรยุติการต์ และ อ.ดร. พิษญา มังกรอัสวกุล
ผู้ที่ให้ข้อคิดที่ดีในการปรับปรุงแก้ไข อ.ดร. อธิพงษ์ งามจารุโรจน์ ภาควิชาฟิสิกส์และวัสดุศาสตร์ ให้
คำแนะนำและอุปกรณ์ทางแสง

ขอบคุณ คุณวาสนา เฟรลลี่ ที่ช่วยให้งานวิจัยได้มีโอกาสดสอบในภาคสนาม
คุณชนากานต์ คำแก้ว และเพื่อนๆห้องปฏิบัติการเคมีสิ่งแวดล้อม ที่ให้คำแนะนำที่ดี

คุณแม่สุภาพร บุญรักษา ผู้ให้กำเนิด เลี้ยงดู และเป็นครูคนแรก คุณพี่ระวิวัฒน์ อริยทรัพย์กมล
ผู้ให้ความช่วยเหลือในเรื่องราวต่าง บริษัทเอฟเอส 22 จำกัด ที่ให้การสนับสนุนงบประมาณและอุปกรณ์
งานวิจัย คุณอิสรา พิมพ์ธรา (กำลังศึกษาปริญญาเอก ภาควิชาฟิสิกส์) ผู้ให้คำแนะนำต่างๆ คุณทาริกา
บุญมี ผู้ที่คอยถาม เข้า-เย็น ว่า "ทำ Thesis เสร็จหรือยัง?" ทำให้มีแรงกระตุ้นในการทำงาน ขอขอบคุณ คุณ
บัณฑิต สุภสาริตกุล คุณสุพจน์ ภูทอง และ คุณพันธุ์เทพ เล็กสกุลกมลศิริ ผู้ที่ให้ความรู้ ให้แนวความคิด
ในการดำเนินชีวิต และให้ออกาสในชีวิต

และ ครู อาจารย์ ที่ได้สั่งสอนทุกๆท่าน ทำให้เป็นผมในทุกวันนี้

ขอบคุณทุกท่านที่ได้เอ่ยนาม และไม่ได้เอ่ยนามอีกมากมาย

ขอบคุณครับ

ศุภฤกษ์ อินทนนต์

ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์ การพัฒนาแถบสีมาตรฐานสำหรับชุดทดสอบปริมาณไนโตรเจนไดออกไซด์ในอากาศด้วยเทคนิคการถ่ายภาพ

ผู้เขียน นายศุภฤกษ์ อินทนต์

ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สมพร จันทระ

บทคัดย่อ

242240

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแถบสีมาตรฐานสำหรับชุดทดสอบการหาปริมาณไนโตรเจนไดออกไซด์ในอากาศที่มีความละเอียดสูง และพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูปจากภาพถ่ายสีของสารละลายตัวอย่างเทียบกับสีของสารละลายมาตรฐาน ชุดทดสอบไนโตรเจนไดออกไซด์ในอากาศ ประกอบด้วยอุปกรณ์เก็บตัวอย่างแบบแพสซีฟชนิดหลอด ซึ่งอาศัยหลักการแพร่ของก๊าซเข้าไปในหลอดเก็บตัวอย่างที่มีสารเคมีที่จำเพาะกับก๊าซดังกล่าวเป็นตัวดูดซับ ในการวิเคราะห์เชิงปริมาณใช้การผสมสารละลายไนโตรเจนกับสารละลายซัลฟานิลไมด์เกิดเป็นสารประกอบไดอะโซเนียม ซึ่งจะจับตัวกับ N-(1-Naphthyl) ethylenediamine dihydrochloride (NEDA) ให้สารละลายสีม่วงอมชมพู แล้วเทียบสีของสารละลายกับแถบสีมาตรฐานเพื่อทราบปริมาณไนโตรเจนไดออกไซด์ในอากาศ การสร้างแถบสีมาตรฐานได้ใช้ค่าความเข้มแสงของแม่สีสามสีคือ แดง เขียว และน้ำเงิน (RGB) ให้ได้แถบสีที่มีค่าใกล้เคียงกับสีของสารละลายมาตรฐานไนโตรเจนมากที่สุด ได้แถบสีมาตรฐานที่พัฒนาครั้งแรก (NO₂-d1) ของสารละลายจำนวน 26 แถบ อยู่ในช่วงความเข้มข้น 0.01-8.00 มก./ล. ซึ่งเทียบเท่ากับ 3-2,449 ส่วนในพันล้านส่วน ในบรรยากาศ แต่เมื่อทำการทดสอบการอ่านค่าสารละลายเทียบกับแถบสี จำนวนผู้ทดสอบ 40 คน ได้ค่าความถูกต้องในการอ่านค่า (ร้อยละ 17±8) จึงปรับปรุงแถบสีใหม่ (NO₂-d2) โดยใช้หลักการแยกความแตกต่างด้วยตาคนเหลือ 12 แถบสีในช่วงความเข้มข้นเดิม และนำไปสู่ทดสอบอีกครั้งกับผู้ทดสอบกลุ่มใหม่จำนวน 40 คน พบว่าค่าที่อ่านได้ถูกต้องเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 68±10 ส่วนโปรแกรม

242240

พัฒนาขึ้นพบว่ามีความผิดพลาดมากกว่าการอ่านค่าโดยใช้แถบสีใหม่ โดยมีความผิดพลาดในการอ่านค่าร้อยละ 31 อีกทั้งยังมีความยุ่งยากและซับซ้อนในการใช้งาน โดยสรุป การใช้แถบสีในการหาปริมาณไนโตรเจนไดออกไซด์ในอากาศจึงเป็นวิธีที่สะดวกและมีประสิทธิภาพมากกว่า

Thesis Title	Development of Standard Color Charts for Ambient Nitrogen Dioxide Test Kit by Photographic Technique
Author	Mr. Suparerk Intayon
Degree	Master of Science (Environmental Science)
Thesis Advisor	Asst. Prof. Dr. Somporn Chantara

ABSTRACT

242240

This research aims to develop a high resolution color chart for the NO₂ test kit to determine ambient nitrogen dioxide concentrations and develop computer software by photograph of the sample solutions in comparison with standard solutions. The NO₂ test kit composes of passive sampling tubes, applying principle of gas diffusion into the sampling tubes, containing specific chemicals for gas absorption. To quantify NO₂ concentrations, nitrite reacts with sulfanilamide and forms diazonium prior to bound with N-(1-Naphthyl) ethylenediamine dihydrochloride (NEDA) and the solution turns to purple pink solution. Color of the sample solution are compared with a standard color chart to find nitrogen dioxide concentration in air. To construct the standard color chart, the light intensity values of the three primary colors; red, green and blue (RGB), which are closed to the colors of the standard nitrite solutions were measured. The first NO₂ standard color chart (NO₂-d1) of 26 bands in the range from 0.01 to 8.00 mg/l, which is equivalent to 3-2,449 ppbv in air, was then developed. Reliability in estimation of NO₂ concentrations using the standard color chart was tested using a survey of 40 student population. Analysis of the test forms has yielded low accuracy with only 17±8%. This leads to the 2nd development of NO₂ standard color chart (NO₂-d2) with 12 color bands based on human eye

242240

the accuracy of the reading was much improved to $68 \pm 10\%$ correctness. The developed computer software showed higher mistake than the use of the NO_2 -d2 color chart with an error of 31%. According to this high error and complicated use of the program, the use of the NO_2 -d2 color chart is more convenient and effective for determination of NO_2 in ambient air.

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อ (ภาษาไทย)	ง
บทคัดย่อ (ภาษาอังกฤษ)	ฉ
สารบัญ	๗
สารบัญตาราง	ฅ
สารบัญภาพ	ฐ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 มลพิษทางอากาศ	1
1.2 ก๊าซ ไนโตรเจนไดออกไซด์	1
1.2.1 ปฏิกริยาของไนโตรเจนในอากาศ	4
1.3 การเก็บตัวอย่างแบบพาสซีฟ (Passive)	6
1.4 ชุดทดสอบอย่างง่าย (test-kit) สำหรับการหาปริมาณไนโตรเจนไดออกไซด์ในอากาศ	8
1.5 การประยุกต์ใช้กล้องดิจิทัลเพื่อถ่ายภาพสารละลายไนโตรเจนไดออกไซด์	9
1.5.1 ค่าสีมาตรฐาน RGB	9
1.5.2 ส่วนประกอบของกล้องถ่ายรูปดิจิทัล	10
1.6 วัตถุประสงค์การทดลอง	12

	หน้า
บทที่ 2 วิธีการทดลอง	13
2.1 อุปกรณ์ เครื่องมือการทดลอง และ สารเคมี	13
2.2 อุปกรณ์ถ่ายภาพ	13
2.3 การเตรียมสารละลายสำหรับชุดทดสอบสำหรับการหาปริมาณไนโตรเจนไดออกไซด์	14
2.3.1 สารละลายดูดซับ (Absorbing solution) (20% v/v of Triethanolamine, TEA)	14
2.3.2 สารละลายซัลฟานิลาไมด์ (Sulfanilamide solution)	14
2.3.3 สารละลาย N-(1Naphthyl) ethylenediamine dihydrochloride (NEDA)	14
2.3.4 สารละลายตัวกระทำซอลส์แมน (Saltzman reagent)	14
2.3.5 สารละลายมาตรฐานไนไตรท์ (Nitrite standard stock solution: 1,000 mg/L)	14
2.4 ชุดทดสอบสำหรับการหาปริมาณไนโตรเจนไดออกไซด์	14
2.5 ขั้นตอนการสอบเทียบวัดสีมาตรฐานเพื่อบ่งชี้ความเข้มข้นของสารละลายไนโตรเจนไดออกไซด์	15
2.5.1 การสร้างกล่องถ่ายรูปมาตรฐานระบบปิดกั้นแสงจากภายนอก	15
2.5.2 การถ่ายรูปหลอดมาตรฐานความยาวคลื่นเดียว	17
2.5.3 การปรับตั้งค่ามาตรฐานวิธีการ (Calibrate method) และการตรวจวัดค่าสีด้วยโปรแกรม Photoshop CS4	18
2.5.4 การปรับตั้งค่ามาตรฐานกล้องถ่ายรูปดิจิทัล (Calibrate digital camera)	20

	หน้า
2.5.5 การสร้างกราฟความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐาน	
ไนโตรเจนไดออกไซด์ที่ความเข้มข้นต่างๆ	21
2.6 การผลิตแถบสีมาตรฐานให้มีความละเอียดสูง	21
2.7 การพัฒนาโปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อคำนวณความเข้มข้นของ NO ₂ จากภาพถ่าย	21
2.8 การทำแบบสำรวจการอ่านค่าสีสารละลายไนโตรเจนไดออกไซด์	
กับแถบสีที่ถูกพัฒนาใหม่	22
2.9 การเปรียบเทียบผลการอ่านค่าแถบสีมาตรฐานที่มีความละเอียดสูง	
กับ โปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อคำนวณความเข้มข้นของ NO ₂ จากภาพถ่าย	
กับ วิธีการทางสเปกโตรโฟโตเมตรี	22
บทที่ 3 ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง	25
3.1 ขั้นตอนการสอบเทียบวัดสีมาตรฐานเพื่อบ่งชี้ความเข้มข้นของสารละลาย	
ไนโตรเจนไดออกไซด์	25
3.1.1 การสร้างกล่องถ่ายรูปมาตรฐานระบบปิดกันแสงจากภายนอก	25
3.1.2 การถ่ายรูปหลอดมาตรฐานความยาวคลื่นเดียว	26
3.1.3 การตรวจวัดค่ามาตรฐานวิธีการ (Calibrate method)	
ของการตรวจวัดค่าสีด้วยโปรแกรม มาตรฐาน Photoshop CS4	28

3.1.4 การถ่ายรูปการปรับตั้งค่ามาตรฐานกล้องถ่ายรูปดิจิทัล	
(Calibrate digital camera)	30
3.1.5 การสร้างกราฟความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐาน	
ไนโตรเจนไดออกไซด์ที่ความเข้มข้นต่างๆ	31
3.2 การผลิตแถบสีมาตรฐานให้มีความละเอียดสูง	40
3.3 การพัฒนาโปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อคำนวณความเข้มข้นของ NO ₂ จากภาพถ่าย	42
3.4 การทำแบบสำรวจการอ่านค่าสีสารละลายไนโตรเจนไดออกไซด์	
กับแถบสีที่ถูกพัฒนาใหม่	43
3.5 การเปรียบเทียบผลการอ่านค่าแถบสีมาตรฐานที่มีความละเอียดสูง	
กับ โปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อคำนวณความเข้มข้นของ NO ₂ จากภาพถ่าย	
กับ วิธีการทางสเปกโตรโฟโตเมตรี	48
บทที่ 4 สรุปผลการทดลอง	50
เอกสารอ้างอิง	51
ภาคผนวก	53
ประวัติผู้เขียน	70

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
1.1 มาตรฐานมลพิษทางอากาศ	2
1.2 สมบัติทางเคมีและสมบัติทางกายภาพของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์	3
3.1 ค่าสี RGB ที่วัดได้จากโปรแกรม Photoshop ทำซ้ำ 30 ครั้ง	29
3.2 ค่าสี RGB ที่ได้จากการถ่ายรูป 30 ครั้ง แล้วทำการวัดด้วยโปรแกรม Photoshop	30
3.3 ค่าความเข้มข้นของไนโตรเจนไดออกไซด์ต่อการดูดกลืนแสง	32
3.4 ค่าสี RGB ในแต่ละความเข้มข้นของไนโตรเจนไดออกไซด์	34
3.5 ค่าหักลบแม่สี RGB ของไนโตรเจนไดออกไซด์ที่ความเข้มข้น 0.01- 0.09ppm	39
3.6 ความเข้มข้น NO ₂ จากการใช้แถบสี NO ₂ - d1	44
3.7 ความเข้มข้น NO ₂ จากการใช้แถบสี NO ₂ - d2	47
3.8 ผลการหาค่าความเข้มข้นของไนโตรเจนไดออกไซด์จากการทดสอบ	
ด้วยการอ่านโดยสเปคโตรโฟโตเมตรี แถบสี และโปรแกรมสำเร็จรูป	48

สารบัญภาพ

ภาพ	หน้า
1.1 องค์ประกอบพื้นฐานของปัญหามลพิษทางอากาศ	1
1.2 แหล่งกำเนิดของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO ₂)	4
1.3 การเปลี่ยนรูปของไนโตรเจนออกไซด์ในชั้นบรรยากาศโทรโปสเฟียร์	6
1.4 ปฏิกิริยาการสร้างสีของ NO ₂ ⁻	7
1.5 ชุดทดสอบอย่างง่าย (test-kit) สำหรับการหาปริมาณไนโตรเจนไดออกไซด์ในอากาศ	8
1.6 แถบสีมาตรฐาน	9
1.7 สี RGB	10
1.8 เลนส์ 50mm	10
1.9 ไดอะแฟรม หรือ รูรับแสง	11
1.10 ตัวรับภาพประเภท CMOS	12
2.1(ก) กล้องถ่ายรูปมาตรฐานระบบปิดกั้นแสงจากภายนอก	16
2.1(ข) ภายในกล้องถ่ายรูปมาตรฐาน	16
2.2 อุปกรณ์ของหลอดมาตรฐาน	17
2.3(ก) การเลือกเครื่องมือ Color Sampler Tool	18
2.3(ข) การตั้งค่า Sample Size	19
2.3(ค) การแสดงค่าสีของโปรแกรม Photoshop CS4	19
2.4 กล้อง Canon EOS 7D และ เลนส์ EF 24-70mm	20

	หน้า
2.5 การเลือกใช้ Curves	23
2.6 การกำหนดค่าสี	23
2.7 การใส่ค่าสี RGB	24
2.8 ภาพหลังจากการกำหนดค่าสี	24
3.1 สารละลายไนโตรเจนไดออกไซด์ความเข้มข้นต่างๆที่ถูกถ่ายในกล่องดำรูปมาตรฐาน	25
3.2 หลดมาตรฐานความยาวคลื่นเดี่ยวโซเดียม ลูกศรแสดงจุดที่ตรวจวัดค่าสี RGB	26
3.3 หลดมาตรฐานความยาวคลื่นเดี่ยวนีออน ลูกศรแสดงจุดที่ตรวจวัดค่าสี RGB	27
3.4 หลดมาตรฐานความยาวคลื่นเดี่ยวอาร์กอน ลูกศรแสดงจุดที่ตรวจวัดค่าสี RGB	27
3.5 กราฟสอบเทียบมาตรฐานความสัมพันธ์ความเข้มข้นของไนโตรเจนไดออกไซด์ กับค่าการดูดกลืนแสง	33
3.6 ภาพหลดสารละลายไนโตรเจนไดออกไซด์ที่ความเข้มข้น 0.01- 0.09ppm และ 0.10- 0.90ppm และ 1.00- 8.00ppm ตามลำดับ	33
3.7 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าสี RGB กับ ความเข้มข้นของไนโตรเจนไดออกไซด์ ช่วง 0.01-1.00 ppm	35
3.8 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าสี RGB กับ ความเข้มข้นของไนโตรเจนไดออกไซด์ ช่วง 0.01-0.09 ppm	36
3.9 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าสี RGB กับ ความเข้มข้นของไนโตรเจนไดออกไซด์ ช่วง 0.10-0.90 ppm	36

	หน้า
3.10 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าสี RGB กับ ความเข้มข้นของไนโตรเจนไดออกไซด์	
ช่วง 1.00-8.00 ppm	37
3.11 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าสี RGB กับ ความเข้มข้นของไนโตรเจนไดออกไซด์	
ช่วง 0.10-8.00 ppm เพื่อสร้างสมการทำนายความเข้มข้นของไนโตรเจนไดออกไซด์	38
3.12 กราฟแสดงค่าแม่สีหักกลับกัน ของไนโตรเจนไดออกไซด์	
ความเข้มข้น 0.01- 0.09ppm	39
3.13 แถบสีสารละลายไนโตรเจนไดออกไซด์ 26 แถบสี	40
3.14 ภาพแถบสีสารละลาย NO ₂ - d1 ความเข้มข้น 0.01-8.00ppm (mg/L) จำนวน 26 แถบสี	40
3.15 ภาพแถบสีสารละลายไนโตรเจนไดออกไซด์ปรับปรุงใหม่ (NO ₂ - d2)	
บนกระดาษอัดรูปขนาด 4"x6"	41
3.16 โปรแกรม NO2Calculator	43
3.17การกระจายตัวของการอ่านค่าสีของสารละลาย NO ₂	
จากการใช้แถบสี NO ₂ - d1	45
3.18 การกระจายตัวของการอ่านค่าสีของสารละลาย NO ₂	
จากการใช้แถบสี NO ₂ - d2	47
3.19 การใช้โปรแกรม NO2Calculator และ Photoshop	
หาค่าความเข้มข้นของสารละลาย NO ₂	49