

การตรวจวัดฟอร์มาลดีไฮด์ในอากาศภายในอาคาร โดยใช้ท่อบรรจุตัวดูดซับชนิดของแข็ง

นายลิขิต ศรีประเสริฐสุข

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2540

ISBN 974-638-240-3

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

117848726

1 1 591.8 2545

DETERMINATION OF FORMALDEHYDE IN INDOOR AIR USING SOLID  
ADSORBENT CARTRIDGE

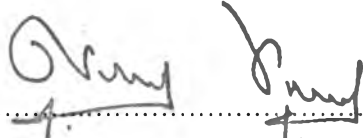
Mr. Likhit Sriprasertsuk

A Thesis submitted in Partial Fulfillment of Requirements  
for the Degree of Master of Science  
Interdepartment of Environmental Science  
Graduate School  
Chulalongkorn University  
Academic Year 1997  
ISBN 974-638-240-3

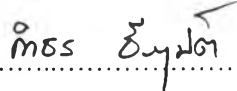
หัวข้อวิทยานิพนธ์	การตรวจวัดฟอร์มัลดีไฮด์ในอากาศภายในอาคารโดยใช้
	ท่อบรรจุตัวดูดซับชนิดของแข็ง
โดย	นายลิจิต ศรีประเสริฐสุข
สาขาวิชา	วิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วราภรณ์ ลีพิพัฒนไพบูลย์
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นภาพร พานิช

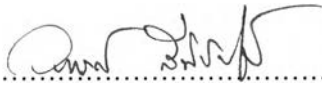
---


บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้หัวข้อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่ง  
ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

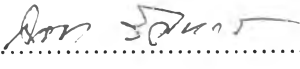
  
..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย  
(ศาสตราจารย์ นายแพทย์ ศุภวัฒน์ ชูติวงศ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

  
..... ประธานกรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กำธร ชีรคุปต์)

  
..... อาจารย์ที่ปรึกษา  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วราภรณ์ ลีพิพัฒนไพบูลย์)

  
..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นภาพร พานิช)

  
..... กรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ ดร.กัลยา วัฒนยากร)

ลิขิต ศรีประเสริฐสุข : การตรวจวัดฟอร์มัลดีไฮด์ในอากาศภายในอาคาร โดยใช้ท่อบรรจุตัวดูดซับชนิดของแข็ง (DETERMINATION OF FORMALDEHYDE IN INDOOR AIR USING SOLID ADSORBENT CARTRIDGE) อ.ที่ปรึกษา : ผศ.ดร.วรภรณ์ ลิขิตพัฒน์ไพบูลย์, อ.ที่ปรึกษาร่วม : ผศ.ดร.นภาพร พานิช 109 หน้า. ISBN 974-638-240-3

การตรวจวัดฟอร์มัลดีไฮด์ในอากาศภายในห้องที่ทำการศึกษากันทั้ง 3 ห้องซึ่งได้แก่ ห้องคองสตันท์ ภาควิชาชีววิทยา ห้องพิพิธภัณฑ์สถานธรรมชาติวิทยาแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และห้องเก็บสารเคมี ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ได้ดำเนินการโดยแบ่งขั้นตอนการศึกษาออกเป็น 3 ส่วน คือ การสำรวจเบื้องต้นเพื่อให้ทราบถึงปริมาณการใช้สารละลายฟอร์มัลดีไฮด์ภายในห้องต่าง ๆ สภาพห้องรวมทั้งลักษณะการใช้งาน ลักษณะการจัดเก็บสาร การตรวจวัดและวิเคราะห์หาระดับความเข้มข้นของฟอร์มัลดีไฮด์ในอากาศภายในห้องที่ทำการศึกษา และการแก้ไขโดยเปิดพัดลมระบายอากาศเพื่อลดระดับความเข้มข้นของฟอร์มัลดีไฮด์ในอากาศภายในห้องคองสตันท์ และห้องเจ้าหน้าที่ที่อยู่ภายในพิพิธภัณฑ์สถานธรรมชาติวิทยาแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผลการตรวจวัดฟอร์มัลดีไฮด์ในอากาศภายในห้องที่ทำการศึกษากันทั้ง 3 ห้องพบว่า ระดับความเข้มข้นของฟอร์มัลดีไฮด์ในอากาศภายในห้องทั้งสามมีค่าต่ำกว่าค่ามาตรฐานความเข้มข้นสูงสุด 30 นาที ตามประกาศกระทรวงมหาดไทย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ และระดับความเข้มข้นของฟอร์มัลดีไฮด์ในอากาศในในห้องที่ทำการศึกษากันทั้ง 3 ห้องในแต่ละเดือนมีความแตกต่างกันเนื่องจากกิจกรรมที่กระทำภายในห้องแต่ละห้องที่ทำการศึกษากันในแต่ละเดือนนั้นแตกต่างกัน นอกจากนี้ปริมาณการใช้สารละลายฟอร์มัลดีไฮด์ในแต่ละห้องกับระดับความเข้มข้นของฟอร์มัลดีไฮด์ในอากาศในในห้องแต่ละห้องมีความสัมพันธ์กันสูงในทางบวก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ สำหรับการศึกษาปัจจัยด้านอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ ในช่วงอุณหภูมิ 29-32 องศาเซลเซียสและความชื้นสัมพัทธ์ในช่วง 79-91 เปอร์เซ็นต์ พบว่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ไม่มีผลต่อระดับความเข้มข้นของฟอร์มัลดีไฮด์ในอากาศ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการแก้ไขโดยการระบายอากาศออกจากห้องคองสตันท์ แล้วทำการตรวจวัดระดับความเข้มข้นของฟอร์มัลดีไฮด์ในอากาศภายในห้องระหว่างและหลังจากเปิดพัดลมระบายอากาศเป็นเวลา 30 นาที พบว่าระดับความเข้มข้นของฟอร์มัลดีไฮด์ในอากาศภายในห้องดังกล่าวข้างต้นมีค่าต่ำกว่าสภาพปกติก่อนการแก้ไขประมาณ 32 และ 49 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในทำนองเดียวกันการแก้ไขโดยการเปิดพัดลมในในห้องเจ้าหน้าที่ที่อยู่ภายในพิพิธภัณฑ์สถานธรรมชาติวิทยาแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย พบว่า ระดับความเข้มข้นของฟอร์มัลดีไฮด์ในอากาศภายในห้องดังกล่าวข้างต้นมีค่าต่ำกว่าสภาพปกติก่อนการแก้ไขประมาณ 32 เปอร์เซ็นต์

ภาควิชา ..... สหสาขา .....  
สาขาวิชา ..... วิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม .....  
ปีการศึกษา ..... 2540 .....

ลายมือชื่อนิติ .....  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

พิมพ์ต้นฉบับแก่กัณฑ์วิทยานิพนธ์ภายในกรอบสี่เหลี่ยมนี้เพียงฉบับเดียว

## C826797 : MAJOR INTER-DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL SCIENCE

KEY WORD: FORMALDEHYDE / INDOOR AIR POLLUTION

LIKHIT SRIPRASERTSUK : DETERMINATION OF FORMALDEHYDE IN INDOOR AIR USING SOLID ADSORBENT CARTRIDGE. THESIS ADVISOR : ASST. PROF. VARAPORN LEEPIPATPIBOON, Dr.rer.nat., THESIS CO-ADVISOR : ASST. PROF. NOPPAPORN PANICH, Dr. Eng , 109 pp. ISBN 974-638-240-3

The Objective of this study was to investigate the formaldehyde released in the indoor atmosphere at three different sites in the Faculty of Science, Chulalongkorn University , namely the animal preservation room ; the Natural History Museum , Department of biology ; and the chemical storage room , Department of Chemistry. The study consisted of three parts. 1) A preliminary survey to obtain information about the amounts of formaldehyde solution used in the study area and the working conditions including application and storage 2) The investigation and analysis of formaldehyde concentrations released in the indoor atmosphere and 3) Suggestions to reduce the formaldehyde concentration by the use of exhaust fans to promote better ventilation in both the animal preservation room and the Natural History Museum.

The results show that the formaldehyde concentration in the study areas did not exceed the permissible limit for 30 minutes (issued by the Ministry of Interior) at 95% confidence limits. The monthly detected concentrations in each rooms were different depending on the activities in the study areas in each month. In addition , the use of this chemical strongly correlated with the detected concentrations at 95% confidence limit. Regarding environmental factors , temperature from 29 - 32 °C and relative humidity from 79 -91 % did not have any effects upon the formaldehyde concentration in the atmosphere at the same confidence limit. The findings also suggested that proper ventilation lowered the formaldehyde concentration. That is , the concentration in the animal preservation room during and 30 minutes after ventilation reduced by 32 % and 49 % , respectively, where as the concentration in the Natural History Museum decreased by 32 % .

ภาควิชา..... สหสาขา.....

สาขาวิชา..... วิทยาศาสตร์สุขภาพแวดล้อม.....

ปีการศึกษา..... 2540.....

ลายมือชื่อนิสิต..... *Likhit Sripasertsuk*.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา..... *Varaporn Leepipatpiboon*.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม..... *Noppaporn Panich*.....

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความรู้ ความช่วยเหลือและการสนับสนุนจากบุคคลหลาย ๆ ฝ่าย ข้าพเจ้าใคร่กราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วราภรณ์ ลิพิพัฒนไพบูลย์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำปรึกษา ตลอดจนแนะนำเทคนิคต่าง ๆ ในการทำวิทยานิพนธ์ รวมทั้งได้เอื้อเฟื้อสถานที่และเครื่องมือ HPLC ในการวิเคราะห์ทางเคมี ซึ่งเป็นการสร้างโอกาสที่ดีแก่ข้าพเจ้า และกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นพภาพร พานิช ที่กรุณาให้คำปรึกษาวิทยานิพนธ์ แนะนำและรับเชิญเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม นอกจากนี้ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.กัลยา วัฒนากร ที่รับเชิญเป็นคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กำธร ธีรคุปต์ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รวมทั้งคณะกรรมการสอบโครงร่างวิทยานิพนธ์ทุกท่านที่ได้กรุณาให้คำแนะนำและแก้ไขให้วิทยานิพนธ์สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ในการทำวิทยานิพนธ์นี้จะเริ่มขึ้นไม่ได้ หากไม่ได้รับความอนุเคราะห์เครื่องมือจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิทยา อยู่สุข อาจารย์ ประมุข โอศิริ อาจารย์ประจำภาควิชาชีวอนามัย คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ที่กรุณาให้ความอนุเคราะห์ยืมเครื่องวัดความเร็วลม และอาจารย์โรจน์ คุณเอนก อาจารย์ประจำภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ที่กรุณาให้ความอนุเคราะห์ยืมปั๊มสุญญากาศแบบบุคคล และไฮโครมิเตอร์ มาใช้ในการทำวิทยานิพนธ์เรื่องนี้ จึงขอขอบคุณมา ณ ที่นี้ด้วย

ในการนี้ข้าพเจ้าขอขอบคุณศาสตราจารย์ ดร.ทศพร วงศ์รัตน์ คุณปณิธิ ชาวอบทม ผู้ช่วยศาสตราจารย์นงเยาว์ จันทร์ผ่อง คุณไพโรจน์ ทีสุกะ คุณชวน กตปัญญาญ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมใจ เพ็งปรีชา ที่ให้ความร่วมมือในการขอใช้ห้องสำหรับเก็บตัวอย่างอากาศภายในห้องคองสต์วู ภาควิชาชีววิทยา ห้องพิพิธภัณฑ์สถานธรรมชาติวิทยาแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และห้องเก็บสารเคมี ภาควิชาเคมี รวมทั้งข้อมูลปริมาณการใช้สารละลายฟอร์มัลดีไฮด์ และขอขอบคุณเพื่อน ๆ พี่ ๆ น้อง ๆ ชาวสหสาขาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อมทุกคนที่ได้มอบกำลังใจจนกระทั่งประกอบเป็นวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

สุดท้ายข้าพเจ้าขอขอบพระคุณบุคคลในครอบครัว ครูอาจารย์ทุกท่านที่เคยอบรมสั่งสอนมาที่ช่วยสร้างโอกาสที่ดีแก่ข้าพเจ้า

## สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ช
สารบัญรูป.....	ฅ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
2 การตรวจเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	6
3 วัสดุ อุปกรณ์ และการดำเนินงานวิจัย.....	33
4 ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง.....	39
5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ.....	77
รายการอ้างอิง.....	88
ภาคผนวก.....	92
ประวัติผู้เขียน.....	109

## สารบัญตาราง

ตารางที่

หน้า

1.1	ปริมาณการนำเข้าสารละลายฟอร์มาลดีไฮด์ของประเทศ ระหว่างปี พ.ศ. 2526 - 2540.....	2
2.1	แสดงชื่อการค้าและบริษัทผู้ผลิตฟอร์มาลดีไฮด์.....	8
2.2	ระดับความเข้มข้นต่ำสุดของฟอร์มาลดีไฮด์ที่ส่งผลกระทบต่อ มนุษย์และสัตว์ทดลอง.....	15
2.3	ระดับความเข้มข้นของฟอร์มาลดีไฮด์บริเวณแหล่งที่อยู่อาศัย และสถานที่ทำงาน ที่ส่งผลให้เกิดโรคต่าง ๆ.....	21
2.4	วิธีการเก็บและวิเคราะห์ตัวอย่างของฟอร์มาลดีไฮด์ในอากาศ.....	24
4.1	ปริมาณการใช้สารละลายฟอร์มาลดีไฮด์ในห้องที่ทำการศึกษา ช่วงระยะเวลา 1 ปี.....	39
4.2	ค่าเฉลี่ยของพื้นที่ได้พิกและค่า % RSD.....	52
4.3	ระดับความเข้มข้นของฟอร์มาลดีไฮด์ในอากาศภายในห้องต่าง ๆ ในเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2540.....	59
4.4	ระดับความเข้มข้นของฟอร์มาลดีไฮด์ในอากาศภายในห้องต่าง ๆ ในเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2540.....	60
4.5	ระดับความเข้มข้นของฟอร์มาลดีไฮด์ในอากาศภายในห้องต่าง ๆ ในเดือนกันยายน พ.ศ. 2540.....	61
4.6	ระดับความเข้มข้นของฟอร์มาลดีไฮด์ในอากาศภายในห้องต่าง ๆ ในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2540.....	62
4.7	ระดับความเข้มข้นของฟอร์มาลดีไฮด์ในอากาศภายในห้องต่าง ๆ ในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2540.....	63
4.8	ระดับความเข้มข้นของฟอร์มาลดีไฮด์ในอากาศภายในห้องต่าง ๆ ในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2540.....	64
4.9	ระดับความเข้มข้นของฟอร์มาลดีไฮด์ในอากาศภายในห้องคงสัตว์ ซึ่งเก็บตัวอย่างอากาศขณะเปิดพัดลมระบายอากาศ.....	65



สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่

หน้า

4.10	ระดับความเข้มข้นของฟอร์มาลดีไฮด์ในอากาศภายในห้องคองสตันท์ ภายหลังเปิดพัดลมระบายอากาศเป็นเวลา 30 นาที.....	65
4.11	ระดับความเข้มข้นของฟอร์มาลดีไฮด์ในอากาศภายในห้องเจ้าหน้าที่ ภายหลังเปิดพัดลมเป็นเวลา 30 นาที.....	66

## สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 แสดงปัจจัยที่มีผลต่อความเข้มข้นของฟอร์มัลดีไฮด์ในสิ่งแวดล้อม.....	11
4.1 แผนผังห้องคงสัตว์ ภาควิชาชีววิทยา.....	42
4.2 แผนผังชั้นล่างและห้องเจ้าหน้าที่ที่อยู่ภายในห้องพิพิธภัณฑ์สถาน ธรรมชาติวิทยาแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.....	43
4.3 แผนผังชั้นลอยห้องพิพิธภัณฑ์สถานธรรมชาติวิทยาแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.....	44
4.4 แผนผังห้องเก็บสารเคมี ภาควิชาเคมี.....	45
4.5 โครมาโทแกรมของสารละลายมาตรฐาน DNPH-Formaldehyde ที่ระดับความเข้มข้น 0.1 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร.....	47
4.6 โครมาโทแกรมของสารละลายมาตรฐาน DNPH-Formaldehyde ที่ระดับความเข้มข้น 0.2 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร.....	47
4.7 โครมาโทแกรมของสารละลายมาตรฐาน DNPH-Formaldehyde ที่ระดับความเข้มข้น 0.4 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร.....	48
4.8 โครมาโทแกรมของสารละลายมาตรฐาน DNPH-Formaldehyde ที่ระดับความเข้มข้น 0.6 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร.....	48
4.9 โครมาโทแกรมของสารละลายมาตรฐาน DNPH-Formaldehyde ที่ระดับความเข้มข้น 0.8 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร.....	49
4.10 โครมาโทแกรมของสารละลายมาตรฐาน DNPH-Formaldehyde ที่ระดับความเข้มข้น 1.0 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร.....	49
4.11 โครมาโทแกรมของสารละลายมาตรฐาน DNPH-Formaldehyde ที่ระดับความเข้มข้น 5.0 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร.....	50
4.12 โครมาโทแกรมของสารละลายมาตรฐาน DNPH-Formaldehyde ที่ระดับความเข้มข้น 10.0 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร.....	50
4.13 โครมาโทแกรมของสารละลายมาตรฐาน DNPH-Formaldehyde ที่ระดับความเข้มข้น 20.0 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร.....	51

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.14	กราฟเทียบมาตรฐานระหว่างพื้นที่ได้ฟักและความเข้มข้นของ สารละลายมาตรฐาน DNPH-Formaldehyde.....53
4.15	โครมาโทแกรมของ DNPH-Formaldehyde จากสารตัวอย่างของห้องคองสต์ว้.....54
4.16	โครมาโทแกรมของ DNPH-Formaldehyde จากสารตัวอย่างของพิพิธภัณฑสถานธรรมชาติวิทยาชั้นลอย.....55
4.17	โครมาโทแกรมของ DNPH-Formaldehyde จากสารตัวอย่างของพิพิธภัณฑสถานธรรมชาติวิทยาชั้นล่าง.....55
4.18	โครมาโทแกรมของ DNPH-Formaldehyde จากสารตัวอย่างของพิพิธภัณฑสถานธรรมชาติวิทยาห้องเจ้าหน้าที่.....56
4.19	โครมาโทแกรมของ DNPH-Formaldehyde จากสารตัวอย่างของห้องเก็บสารเคมี.....56
4.20	โครมาโทแกรมของ Blank LpDNPHCartridge.....57
4.21	ระดับความเข้มข้นของฟอร์มัลดีไฮด์ในอากาศ ภายในห้องที่ทำการศึกษาในช่วงเดือนกรกฎาคมถึงเดือนธันวาคม พ.ศ.2540.....69
4.22	เปรียบเทียบระดับความเข้มข้นของฟอร์มัลดีไฮด์ ในอากาศภายในห้องที่ทำการศึกษา.....70
4.23	เปรียบเทียบระดับความเข้มข้นของฟอร์มัลดีไฮด์ ในอากาศของห้องคองสต์ว้ ภาควิชาชีววิทยาในสภาพก่อนและหลังจากการแก้ไข.....72
4.24	เปรียบเทียบระดับความเข้มข้นของฟอร์มัลดีไฮด์ ในอากาศของห้องเจ้าหน้าที่ที่อยู่ภายในพิพิธภัณฑสถานธรรมชาติวิทยา แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยในสภาพก่อนและหลังจากการแก้ไข.....73