จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University
Pillar of the Kingdom

โครงการ

การประเมินการสัมผัสสารอินทรีย์ระเหย (เบนซีน โทลูอีน เอธิลเบนซีน และไซลีน) ของประชาชนในชุมชนแออัดในกรุงเทพมหานคร: กรณีศึกษาชุมชนแออัดคลองเตย

Exposure Assessment on Volatile Organic Compounds

(Benzene Toluene Ethylbenzene and Xylene)

among Bangkok slum people: A Case Study Klong-Toey Community

โดย

วิทยาลัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

มีนาคม 2553

สารบัญ

บทที่ 1 บทนำ 1

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

วัตถุประสงค์ของโครงการ 3

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3

บทที่ 2 ทบทวนวรรณกรรม 4

สารอินทรีย์ระเหยคืออะไร 4

ความเป็นพิษของสารอินทรีย์ระเหย 4

เบนซีน (Benzene) 6

โทลูอีน (Toluene) 8

เอธิลเบนซีน (Ethylbenzene) 10

ไซลีน (Xylene) 11

ดัชนีบ่งชี้ทางชีวภาพ (Biomarker) 14

บทที่ 3 วิธีการวิจัย 16

กระบวนการวิจัย 16

การวิจัยเชิงปริมาณ 16

การวิจัยเชิงคุณภาพ 18

พื้นที่ศึกษา 18

การวิเคราะห์ข้อมูล 19

ข้อจำกัดของการวิจัย 19

ปัญหาและอุปสรรค 19

บทที่ 4 ผลการศึกษา 21

การวิจัยเชิงปริมาณ 21

การวิจัยเชิงคุณภาพ 25

เอกสารอ้างอิง 32

ภาคผนวก 1 แบบสอบถาม

ภาคผนวก 2 การเก็บตัวอย่างอากาศและปัสสาวะ

ภาคผนวก 3 ผลการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างอากาศและปัสสาวะทางห้องปฏิบัติการ

(เฉพาะกลุ่มตัวอย่างที่มีค่า tt-MA > 0 ug/g creatinine)

สารบัญตาราง

ตารางที่ 1 สรุปการสัมผัส BTEX ในชีวิตประจำวัน 15
ตารางที่ 2 ข้อมูลพื้นฐานกลุ่มตัวอย่าง 22
ตารางที่ 3 พฤติกรรมของกลุ่มตัวอย่าง 22
ตารางที่ 4 โรคประจำตัวและการสัมผัสสารอินทรีย์ระเหย 23
ตารางที่ 5 สรุปผลการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างอากาศ (BTEX) และ tt-MA 25

บทที่ 1
บทนำ

การขยายตัวด้านอุตสาหกรรมในช่วงที่ผ่านมา ทำให้การเติบโตทางเศรษฐกิจของประเทศไทยเป็นไปอย่างรวดเร็ว ผลที่ตามมากับความเจริญ คือ การอพยพแรงงานจากชนบทเพื่อแสวงหาการทำงานในเมืองใหญ่ (Ref) ตลอดจนไม่มีการรองรับของระบบผังเมือง จึงก่อให้เกิดชุมชนแออัด ส่งผลให้เกิดความเสื่อมโทรมทางด้านสิ่งแวดล้อมอย่างรวดเร็ว กรุงเทพมหานครมีชุมชนแออัด..... แห่ง ซึ่งคลองเตยเป็นหนึ่งในชุมชนแออัด ปัจจุบันมลพิษทางอากาศในประเทศไทยจัดเป็นปัญหาทางสิ่งแวดล้อมที่สำคัญ โดยเฉพาะในเขตเมืองขนาดใหญ่เช่นกรุงเทพมหานคร ในขณะที่ความเอาใจใส่ในเรื่องการรักษาสิ่งแวดล้อมกลับลดลง จึงเกิดการปนเปื้อนของสารมลพิษทางอากาศสู่สิ่งแวดล้อมมากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งสารระเหยอินทรีย์ (Volatile Organic Compounds, VOCs)

ในปัจุบันกรุงเทพมหานครกำลังเผชิญกับปัญหามลพิษสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะอย่างยิ่งมลพิษทางอากาศในเขตเมือง สถานที่ทำงาน ตลอดจนที่อยู่อาศัย กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม พบว่าปัจจุบันสารมลพิษที่กำลังเป็นปัญหาขยายวงกว้างมากขึ้น ได้แก่ สารอินทรีย์ระเหยที่สำคัญๆ ได้แก่ เบนซีน โทลูอีน เอธิลเบนซีน และไซลีน ซึ่งสารเหล่านี้มีผลกระทบต่อคุณภาพชีวิตของประชาชนโดยตรง

คลองเตยตั้งอยู่ใจกลางกรุงเทพมหานคร มีประชากรอาศัยอย่างหนาแน่นกว่า 250,000 คน มีชุมชนแออัด 26 แห่ง และมีโรงเรียน 32 แห่ง อยู่ในสิ่งแวดล้อมที่ต้องเผชิญมลพิษทางอากาศอย่างมากจากการจราจร สถานที่เก็บวัตถุอันตราย/สารเคมีจากท่าเรือ ชุมชนแออัดคลองเตยเป็นชุมชนแออัดที่มีขนาดใหญ่ที่สุดเมื่อเทียบกับชุมชนแออัดแห่งอื่นๆ ในเขตคลองเตย ประชากรในชุมชนส่วนใหญ่มีฐานะยากจน ประกอบอาชีพรับจ้างทั่วไป โดยเฉพาะท่าเรือคลองเตย เช่น การขนส่งสินค้าโดยบรรจุตู้คอนเทนเนอร์ ซึ่งสินค้าเหล่านี้มีทั้งสิ้นค้าที่เป็นอันตรายและไม่อันตราย นอกจากนี้คลองเตยยังเป็นสถานที่ตั้งของโรงกลั่นน้ำมันและคลังเก็บน้ำมัน เพื่อความสะดวกในการขนถ่าย จะเห็นได้ว่าชุมชนแออัดคลองเตยเป็นแหล่งที่สำคัญแห่งหนึ่งที่ผู้อยู่อาศัยมีโอกาสสัมผัสสารอินทรีย์ระเหยเหล่านี้สูง และเนื่องจากเป็นชุมชนแออัดที่มีประชากรอาศัยอยู่หนาแน่น ทำให้ที่อยู่อาศัยแออัด ระบบการถ่ายเทอากาศไม่ดี ตลอดจนตั้งอยู่ใจกลางเมือง ซึ่งเป็นเขตที่มีการจราจรติดขัดมากแห่งหนึ่งของกรุงเทพมหานคร ดังนั้นประชาชนที่อาศัยอยู่ในชุมชนคลองเตยจึงมีโอกาสสัมผัสกับมลพิษ อันได้แก่ เบนซีน โทลูอีน เอธิลเบนซีน และไซลีน อย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ รมช. สาธารณสุขได้กล่าวพิธีเปิดการประชุมวิชาการ เรื่อง การป้องกันควบคุมโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ครั้งที่ 3 เมื่อ วันที่ 27 มิถุนายน 2550 โดยกล่าวว่าโรคและภัยสุขภาพจากการประกอบอาชีพและมลพิษสิ่งแวดล้อม มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น สาเหตุใหญ่เกิดจากท่าทางการทำงาน

ที่ไม่เหมาะสม ทำงานในสภาพแวดล้อมที่เสี่ยงอันตราย และอยู่ในสิ่งแวดล้อมที่เป็นพิษ โดยปัญหาสิ่งแวดล้อมเป็นพิษในกรุงเทพฯ ที่กำลังเป็นปัญหาในปัจจุบัน ได้แก่ สารเคมีรั่วไหลที่คลองเตย ซึ่งจะส่งผลเสียต่อสุขภาพ

จากการศึกษาของกรมควบคุมมลพิษ พบว่า ไอน้ำมันเชื้อเพลิงเป็นสารมลพิษประเภทสารอินทรีย์ระเหยง่าย (VOCs ; Volatile Organic Compounds) มีผลกระทบโดยตรงต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม ในเรื่องผลกระทบต่อมนุษย์ VOCs ทำให้เกิดการระคายเคืองต่อผิวหนัง ตา ระบบทางเดินหายใจ และเยื่อบุผิวต่างๆ และพบว่าไอน้ำมันเชื้อเพลิงมีองค์ประกอบของสารประเภท Benzene ซึ่งเป็นสารก่อมะเร็งเม็ดเลือดขาว ในด้านสิ่งแวดล้อม ไอน้ำมันนเชื้อเพลิงทำให้มีปริมาณการเกิดก๊าซโอโซนในบรรยากาศ จึงมีความจำเป็นต้องลดปริมาณไอน้ำมันเชื้อเพลิง เพื่อควบคุมปริมาณก๊าซโอโซน และปริมาณสารเบนซีนในบรรยากาศให้อยู่ในระดับต่ำสุด สารประกอบกลุ่ม Benzene Toluene Ethylbenzene Xylene (BTEX) เป็นกลุ่มของสารระเหยอินทรีย์ที่สำคัญกลุ่มหนึ่ง ซึ่งถูกใช้ในอุตสาหกรรม โดยใช้เป็นเชื้อเพลิง ตัวทำละลาย และยังใช้เป็นสารตั้งต้นในการผลิตเรซิน โพลีเมอร์ พลาสติก ระเบิด สารเคมีที่ใช้ในทางเกษตรหรือใช้ในทางเภสัชกรรม

สำหรับ เบนซีน ถือได้ว่าเป็นสารก่อมะเร็งขั้นกลาง (medium carcinogen) เมื่อประชาชนได้รับเป็นระยะเวลานาน จะมีผลทำให้เกิดความเป็นพิษต่อไขกระดูกและการสร้างเม็ดเลือด กระตุ้นให้เกิดการสร้างเม็ดเลือดขาวมากกว่าปกติ ซึ่งเรียกภาวะนี้ว่า Leukemia หรือมะเร็งในเม็ดเลือดขาว นอกจากนี้เบนซีนยังเป็นสารที่ก่อให้เกิดการกลายพันธุ์ด้วย ในขณะที่สารอินทรีย์ระเหยที่เหลือ จะมีผลกระทบต่อระบบทางเดินหายใจ และระบบประสาทส่วนกลาง ซึ่งหากเป็นเรื้อรังอาจก่อให้เกิดอาการทางจิต บุคลิกภาพและอารมณ์แปรปรวน นอกจากนี้ยังมีผลกระทบต่อตับและไต ซึ่งอาจทำให้เป็นโรคตับแข็งและหลอดไตทำงานผิดปกติ หากมีการสัมผัสแบบเรื้อรัง

ดังนั้นทีมวิจัยจึงเล็งเห็นว่าชุมชนแออัดคลองเตยยังขาดข้อมูลความเข้มข้นของสารอินทรีย์ระเหยซึ่งอาจก่อให้เกิดผลกระทบของต่อสุขภาพอนามัยของประชาชน โดยผลการศึกษาจะได้มีการเผยแพร่สู่ผู้เกี่ยวข้องทั้งภาครัฐ ภาคเอกชน และภาคประชาชน เพื่อเป็นข้อมูลในการสร้างการมีส่วนร่วมเพื่อหาแนวทางแก้ไขปัญหา อันจะนำไปสู่การตื่นตัวในการรับรู้ถึงปัญหาสิ่งแวดล้อมและหาแนวทางป้องกัน เพื่อนำไปสู่การยกระดับคุณภาพชีวิตของประชาชนในชุมชนแออัดคลองเตย

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ เน้นการสำรวจชุมชน การเก็บตัวอย่างจากอากาศโดยการเก็บแบบ passive air sampler เพื่อนำไปวิเคราะห์หาระดับความเข้มข้นของเบนซีน โทลูอีน เอธิลเบนซีน และไซลีน และเก็บตัวอย่างปัสสาวะ เพื่อตรวจหาระดับของ trans, trans-Muconic acid ซึ่งเป็นตัวชี้วัดการสัมผัสเบนซีน ในประชาชนที่อาศัยอยู่ในเขตชุมชนแออัดคลองเตย จึงเป็นความจำเป็นอย่างเร่งด่วน เพื่อจะได้ทราบถึงสถานะการณ์ความรุนแรงของมลพิษต่อสุขภาพอนามัยของ

ประชาชนที่อาศัยอยู่ในเขตกรุงเทพมหานคร อันจะนำไปสู่การหาแนวทางแก้ไข และรับมือกับปัญหามลพิษในกรุงเทพมหานครต่อไป

วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1. เพื่อศึกษาระดับความเข้มข้นของเบนซีน โทลูอีน เอธิลเบนซีน และไซลีน ในบรรยากาศในพื้นที่ศึกษาตามฤดูกาล

2. เพื่อทราบถึงปัญหาสุขภาพที่เกี่ยวข้องกับการได้รับเบนซีน โทลูอีน เอธิลเบนซีน และไซลีน ของกลุ่มตัวอย่าง

3. เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างระดับความเข้มข้นของเบนซีน โทลูอีน เอธิลเบนซีน และไซลีน ในบรรยากาศกับปัญหาสุขภาพประชาชน

4. เพื่อนำผลการศึกษามาทำให้เกิดนโยบายสาธาณะ ในการป้องกัน และควบคุม มลพิษจากสารระเหยเพื่อการมีสุขภาพดี และคุณภาพชีวิตที่ดีของประชาชน

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ ดังนี้

- การตีพิมพ์ผลการวิจัยในวารสารวิชาการ
- การนำเสนอผลงานวิจัยในการประชุมในและต่างประเทศ
- หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม กระทรวงสาธารณสุข และกรุงเทพมหานคร สามารถนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์ในการวางแผนการป้องกันและควบคุมมลพิษจากสารอินทรีย์ระเหย ในกรุงเทพมหานครและพื้นที่อื่นๆ ที่มีปัญหา
- การก่อให้เกิดนโยบายสาธารณะในการป้องกันและควบคุมมลพิษจากสารอินทรีย์ระเหยเพื่อการมีสุขภาพและคุณภาพชีวิตที่ดีของประชาชน (โดยการชี้แจงผลการวิจัยให้กับกลุ่มตัวอย่างและประชาชนที่อาศัยอยู่ในสถานที่ที่เสี่ยงต่อการได้รับสารอินทรีย์ระเหย ได้ตระหนักถึงพิษภัยของสารอินทรีย์ระเหยที่มีต่อสุขภาพของตนเอง และมีส่วนร่วมในการป้องกันตนเองให้พ้นจากพิษภัยของสารอินทรีย์ระเหย)

บทที่ 2
ทบทวนวรรณกรรม

สารอินทรีย์ระเหยคืออะไร

สารอินทรีย์ระเหย (Volatile Organic Chemicals, VOCs) คือ กลุ่มสารประกอบอินทรีย์ที่สามารถระเหยเป็นไอกระจายตัวในอากาศได้ที่อุณหภูมิและความดันปกติ โมเลกุลส่วนใหญ่ประกอบด้วยอะตอมคาร์บอนและไฮโดรเจน อาจมีออกซิเจนหรือคลอรีนร่วมด้วย

ในชีวิตประจำวันเราอาจได้รับสารอินทรีย์ระเหยจากผลิตภัณฑ์หลายอย่าง เช่น สีทาบ้าน ปั๊มหรือคลังเก็บน้ำมันหรือโรงกลั่นน้ำมัน ควันบุหรี่ น้ำยาฟอกสี สารตัวทำละลายในพิมพ์ จากอู่ซ่อมหรือพ่นสีรถยนต์ โรงงานอุตสาหกรรม ผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดผ้าและห้องน้ำ สเปรย์ปรับอากาศและระงับกลิ่นกาย น้ำยาย้อมและดัดผม สเปรย์ฉีดผม สีและน้ำยาล้างเล็บ สารฆ่าแมลง ยาฆ่าหญ้า สารที่เกิดจากเผาไหม้ กาวต่างๆ สารอินทรีย์ระเหยสามารถปะปนในบรรยากาศ เครื่องดื่ม และอาหาร การได้รับสัมผัสสารอินทรีย์ระเหยเป็นระยะเวลานาน จะมีผลกระทบแบบเรื้อรังหรือฉับพลันต่อสุขภาพ

สารอินทรีย์ระเหยแบ่งตามลักษณะของโมเลกุล เป็น 2 กลุ่มใหญ่ ๆ ดังนี้ (Premium Solutions, 2007)

1. Non-chlorinated VOCs หรือ Non-halogenated hydrocarbons เป็นกลุ่มไฮโดรคาร์บอนระเหยที่ไม่มีธาตุคลอรีนในโมเลกุล ประกอบด้วย กลุ่มอะลิฟาติก ไฮโดรคาร์บอน (เช่น สารตัวทำละลายในโรงงานอุตสาหกรรม สารกลุ่มแอลกอฮอล์ และน้ำมัน เป็นต้น) และกลุ่มอะโรมาติก ไฮโดรคาร์บอน (สารตัวทำละลายต่างๆ เช่น โทลูอีน เบนซีน เอธิลเบนซีน ไซลีน เป็นต้น) ซึ่งสารอินทรีย์ระเหยกลุ่มนี้มาจากสิ่งแวดล้อม การเผาไหม้กองขยะ พลาสติก วัสดุ สารตัวทำละลาย และสีทาวัสดุ เป็นต้น

2. Chlorinated VOCs หรือ Halogenated hydrocarbons เป็นกลุ่มไฮโดรคาร์บอนระเหยที่มีธาตุคลอรีนในโมเลกุล ได้แก่ สารเคมีที่สังเคราะห์ใช้ในอุตสาหกรรม สารกลุ่มนี้มีความเป็นพิษและเสถียรตัวในสิ่งแวดล้อมมากกว่าสารกลุ่มแรก (Non-chlorinated VOCs) เพราะมีโครงสร้างที่มีพันธะระหว่างคาร์บอนและธาตุกลุ่มฮาโลเจนที่ทนทาน ยากต่อการสลายตัวในธรรมชาติ รวมทั้งสลายตัวทางชีวภาพได้ยาก มีความคงตัวสูงและสะสมได้นาน

ความเป็นพิษของสารอินทรีย์ระเหย

สารอินทรีย์ระเหยในบรรยากาศ จัดเป็นอากาศพิษ (Toxic Air) ต้องมีการควบคุมดูแลอย่างเคร่งครัดเมื่อปฏิบัติงานในกระบวนการผลิตสารอินทรีย์ระเหยดังกล่าว ซึ่งส่วนใหญ่เป็นระบบปิดทั้งหมด จึงไม่มีไอระเหยของสารอินทรีย์ระเหยเล็ดลอดออกสู่บรรยากาศได้

สารอินทรีย์ระเหยมีอันตรายต่อมนุษย์และมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม โดยมีผลต่อชั้นโอโซนของโลก เมื่อโอโซนอยู่ในบรรยากาศชั้นใกล้โลก ทำให้เป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิต และสามารถทำให้เกิดอันตรายเฉียบพลันต่อสุขภาพ ได้แก่ ทำให้เจ็บไข้ ไม่สบาย เจ็บคอ หายใจไม่สะดวก ระคายเคืองตา ระคายเคืองจมูก ระคายเคืองคอ ทรวงอกหรือมีอาการไอ และปวดศีรษะ เป็นต้น หากได้รับเป็นเวลานานเนื้อเยื่อปอดจะถูกทำลายอย่างถาวรและมีผลต่อระบบภูมิคุ้มกันของมนุษย์ นอกจากนี้โอโซนยังทำให้สิ่งก่อสร้างชำรุด เนื่องจากเป็นตัวออกซิไดส์อย่างแรง รวมทั้งเป็นตัวฟอกสี และทำให้ผลผลิตทางการเกษตรตกต่ำ

สารอินทรีย์ระเหยเข้าสู่ร่างกายได้ 3 ทาง คือ (1) ทางการหายใจ (2) ทางปาก โดยการกิน-ดื่ม และ (3) ทางผิวหนัง โดยการสัมผัส

ทั้งนี้ความรุนแรงในเกิดอันตรายหรือส่งผลต่อการเจ็บป่วยของสารอินทรีย์ระเหยขึ้นอยู่กับปัจจัย 3 ประการดังต่อไปนี้

1. ช่วงชีวิตครึ่ง (Half life) ของสารอินทรีย์ระเหยในเลือด การตรวจวัดสารอินทรีย์ระเหยในเลือดสามารถบอกประวัติการสัมผัสในประชากรได้

2. สภาวะภายในร่างกายและปฏิกิริยาชีวเคมีทางเมตาบอลิสม์ (Metabolism) ในตับและเนื้อเยื่อ ซึ่งจะแปรสภาพให้เป็นพิษมากขึ้นหรือน้อยลงได้ ขึ้นอยู่กับปริมาณแอลกอฮอล์หรือสารเคมีอื่นในกระแสเลือดและเนื้อเยื่อ เช่น การดื่มเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์จะเพิ่มการดูดซึมและเพิ่มระดับของ 2-butanone และ acetone ในเลือด

3. การขับสารพิษ สารอินทรีย์ระเหยจะถูกขับออกจากร่างกายทั้งทางตรง (โดยผ่านไตออกมาทางปัสสาวะและทางลมหายใจ) และทางอ้อม (โดยผ่านตับและน้ำดี) ถ้าสารนั้นถูกขับออกได้ง่าย ความเป็นพิษจะน้อยลง

อย่างไรก็ตามอันตรายและโทษต่อสุขภาพของสารอินทรีย์ระเหยจะมีผลกระทบมากขึ้น (Additive effect) ถ้าได้รับสารอินทรีย์ระเหยผสมกันหลายชนิดในเวลาเดียวกัน อาจจะส่งเสริมความรุนแรงต่อสุขภาพมากกว่าผลกระทบที่เกิดจากการได้รับสารเดี่ยว ๆ แต่ละชนิดรวมกัน

โครงการนี้ศึกษาการประเมินการสัมผัสของสารอินทรีย์ระเหยกลุ่มอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน (Aromatic hydrocarbon) โดยเน้นศึกษาสารอินทรีย์ระเหยเพียง 4 ชนิด ได้แก่ 1) เบนซีน (Benzene) 2) โทลูอีน (Toluene) 3) เอธิลเบนซีน (Ethylbenzene) และ 4) ไซลีน (Xylene) หรือรู้จักกันดีในชื่อ BTEX เนื่องจากเป็นสารอินทรีย์ระเหยที่สามารถพบเห็นและสัมผัสได้ในชีวิตประจำวันของประเทศไทย **(Ref)**

1) เบนซีน (Benzene; B)

เบนซีน เป็นของเหลวไวไฟที่ไม่มีสี มีกลิ่นหวาน และสามารถระเหยกลายเป็นไอในอากาศได้เร็ว แต่ละลายในน้ำได้ช้า (Snyder, C.A. 1987) เบนซีนมีแหล่งกำเนิดจากกิจกรรมของมนุษย์ เช่น การระเหยขณะขนถ่ายน้ำมัน และควันบุหรี่ รวมทั้งอุตสาหกรรมต่างๆ (ได้แก่ สีย้อม ผงซักฟอก ยา และสารฆ่าแมลง เป็นต้น) และจากธรรมชาติ (ได้แก่ ก๊าซจากภูเขาไฟ ไฟไหม้ป่า และน้ำมันดิบ เป็นต้น) (ATSDR, 1989) อย่างไรก็ตามเบนซีนที่ปนเปื้อนในบรรยากาศส่วนใหญ่มาจากอุตสาหกรรม

การสัมผัสและการดูดซึม

ในชีวิตประจำวันเราได้รับสัมผัสเบนซีนในปริมาณเล็กน้อยจากสิ่งแวดล้อมภายในบ้าน ภายนอก และที่ทำงาน ซึ่งอาจได้รับจากการสูบบุหรี่ ไอเสียรถยนต์ และการปล่อยของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม รวมทั้งผลิตภัณฑ์ที่มีเบนซีนเป็นส่วนผสม เช่น กาวต่างๆ สี แล็คเกอร์ และผงซักฟอก เป็นต้น จะเห็นว่าภายในบ้านจะมีระดับความเข้มข้นของเบนซีนสูงกว่านอกบ้าน นอกจากนี้การสัมผัสทางการหายใจอาจเกิดโดยการสูบบุหรี่ จากการศึกษาการดูดซึมเบนซินในคนที่สูบบุหรี่เปรียบเทียบกับคนที่ไม่สูบบุหรี่ พบว่าในเส้นเลือดของผู้สูบบุหรี่มีระดับของเบนซินสูงกว่าในผู้ไม่สูบบุหรี่ และคนที่สูบบุหรี่เฉลี่ย 32 มวน/วัน จะได้รับเบนซีนประมาณ 1.8 มิลลิกรัม/วัน ซึ่งมากกว่าคนที่ไม่สูบบุหรี่ถึง 10 เท่า ตลอดจนประชาชนที่อาศัยอยู่รอบบริเวณโรงงานอุตสาหกรรมจะได้รับสารเบนซีนในบรรยากาศมากกว่าประชาชนที่อาศัยอยู่ในชนบท

เบนซีนสามารถดูดซึมเข้าสู่ร่างกายได้ 3 ทาง ได้แก่ ทางการหายใจ ทางการกิน และทางผิวหนัง ทั้งนี้เส้นทางสำคัญในการดูดซึมเบนซีนเข้าสู่ร่างกาย คือ ทางการหายใจ เนื่องจากเบนซินสามารถดูดซึมอย่างรวดเร็วทางการหายใจ จากการศึกษาของ Srbova และคณะ โดยให้อาสาสมัครหายใจเอาอากาศที่ปนเปื้อนเบนซิน พบว่า 5 นาทีแรกร่างกายสามารถดูดซึมเบนซินได้ร้อยละ 80 ของความเข้มข้น เมื่อเวลาผ่านไป 1 และ 4 ชั่วโมง การดูดซึมลดลงเป็นร้อยละ 50 และ 47 ตามลำดับ ซึ่งร้อยละ 30 จะถูกกักเก็บ โดยไม่ขับออกทางการหายใจออก (Nomiyama, K. and H. Nomiyama. 1974) ปริมาณเบนซินที่ถูกดูดซึมสามารถประมาณได้จากความแตกต่างระหว่างความเข้มข้นที่หายใจเข้ากับความเข้มข้นที่หายใจออก

นอกจากนี้การดูดซึมเบนซีนผ่านทางผิวหนังจะเป็นไปอย่างรวดเร็ว จากการทดลองในอาสาสมัคร ด้วยการทาเบนซินผสมคาร์บอน 14 ที่บริเวณท้องแขน พบว่าร้อยละ 0.05 ของความเข้มข้นที่ทาจะถูกดูดซึมผ่านทางผิวหนัง และจากการศึกษาคนงานที่สัมผัสเบนซินทางผิวหนัง พบว่าร้อยละ 22-40 มีการดูดซึมทางผิวหนัง (Susten, A. et al., 1985) โดยที่การดูดซึมสามารถประมาณได้จากปริมาณของเมตาโบไลท์ ที่ถูกกำจัดออกทางปัสสาวะ

การสูดดมเบนซีนแบบเฉียบพลันที่ระดับความเข้มข้น 20,000 ส่วนในล้านส่วน (part per million; ppm) ในระยะเวลา 5-10 นาที อาจทำให้เสียชีวิต (Clayton, G.D. and F.E. Clayton, Eds. 1981) และการสูดดมที่ระดับความเข้มข้น 700–3,000 ppm จะเกิดการง่วงซึม วิงเวียน หายใจเร็ว ปวดศีรษะ ใจสั่น สับสน และหมดสติ โดยอาการเหล่านี้จะหายไปเองเมื่อออกจากบริเวณที่มีการปนเปื้อนหรือไม่ได้รับสัมผัส การกินอาหารหรือเครื่องดื่มที่มีการปนเปื้อนของเบนซีนในระดับความเข้มข้นสูง ทำให้อาเจียน ระคายเคืองกระเพาะอาหาร วิงเวียน หายใจเร็ว เดินไม่ตรงทาง มึนงง ชัก หมดสติ และเสียชีวิต (Clayton, G.D. and F.E. Clayton, Eds. 1981) ในกรณีที่ได้รับสัมผัสทางผิวหนังทำให้เป็นผื่นแดงและแสบ

สำหรับการได้รับสัมผัสเบนซีนเป็นระยะเวลานาน อาจทำให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพดังนี้

- ผลกระทบต่อไขกระดูก เนื่องจากเบนซีนและเมตาโบไลท์ มีฤทธิ์กดการทำงานของไขกระดูก โดยยับยั้งกระบวนการแบ่งเซลล์ในขั้นไมโตซีส ทำให้การสร้างเม็ดเลือดแดง เม็ดเลือดขาว และเกล็ดเลือดลดลง ก่อให้เกิดภาวะโลหิตจาง (Anemia) ซึ่งอาจเป็นสาเหตุของการเกิดมะเร็งเม็ดเลือดขาว (Acute Myeloid Leukemia)
- ผลกระทบต่อระบบประสาทส่วนกลาง
- ผลกระทบต่อระบบภูมิคุ้มกัน ทำให้ภูมิต้านทานลดลง อันเนื่องจากผลกระทบต่อระบบเลือด
- ผลกระทบต่อระบบสืบพันธุ์ในผู้หญิง ถ้าได้รับที่ระดับความเข้มข้นสูงทำให้ประจำเดือนมาไม่สม่ำเสมอ

การแพร่กระจายและการเผาผลาญ

เบนซีนเมื่อเข้าสู่ร่างกายจะถูกส่งผ่านไปตามกระแสเลือด และกระจายไปทั่วร่างกาย กระจายเข้าสู่เนื้อเยื่อไขมันจะมีค่าสูง ตับเป็นแหล่งสำคัญที่สุดในการทำหน้าที่เปลี่ยนรูปของเบนซีนเป็นสารเมตาโบไลท์ (Metabolites) และส่วนน้อยจะเกิดขึ้นที่ไขกระดูก (ATSDR, 1992) มีการศึกษาระดับของเบนซินในคนงานที่เสียชีวิตเนื่องจากการสัมผัสกับเบนซินในอากาศ พบว่ามีปริมาณเบนซินในเลือด สมอง และในตับ เท่ากับ 0.38 mg%, 1.38 mg% และ 0.26 mg% ตามลำดับ และจากการชันสูตรศพวัยรุ่นที่เสียชีวิตเนื่องจากการสูดดมเบนซิน พบปริมาณเบนซินในเนื้อเยื่อต่างๆ ดังนี้ ในเลือด 2.0 mg% ในสมอง 3.9 mg% ในตับ 1.6 mg% ในไต 1.9 mg% ในกระเพาะอาหาร 1 mg% ในน้ำดี 1.1 mg% ในไขมันบริเวณช่องท้อง 2.23 mg% และในปัสสาวะ 0.06 mg% (Winek, A.L. and W.D. Collom. 1971)

นอกจากนี้เบนซินสามารถส่งผ่านรกของคนและพบว่าระดับความเข้มข้นของเบนซินใน cord blood มีปริมาณมากกว่าหรือเท่ากับระดับความเข้มข้นในเลือดของมารดา (Dowty, B.J. et al, 1976)

การกำจัดออกจากร่างกาย

เบนซินที่ไม่มีการเปลี่ยนรูปจะถูกกำจัดออกจากร่างกายทางลมหายใจออกเป็นหลัก อัตราและร้อยละของการกำจัดทางปอดขึ้นอยู่กับปริมาณและเส้นทางที่สัมผัส สำหรับเบนซินที่ถูกดูดซึมจะถูกขับออกโดยผ่านขบวนการเมตาโบลิซึมกลายเป็นเมตาโบไลท์ และขับออกทางปัสสาวะภายใน 48 ชั่วโมง จากการศึกษาในอาสาสมัคร พบว่าอัตราการขับเบนซินออกจากร่างกายจะเกิดขึ้นมากที่สุดภายใน 1 ชั่วโมง และไม่มีความแตกต่างกันระหว่างเพศหญิงและเพศชาย และร้อยละ 16-41.6 ของเบนซินที่ถูกดูดซึมจะถูกกำจัดออกทางลมหายใจออกภายใน 5-7 ชั่วโมง (Nomiyama, K. and H. Nomiyama. 1974) บางการศึกษาพบว่า อาสาสมัครมีการกำจัดเบนซินออกเพียง ร้อยละ 0.07-0.2 เท่านั้น (Srbova, J. et al, 1950) และจากการทาเบนซินผสมคาร์บอน 14 บนผิวหนังของอาสาสมัคร พบว่าการกำจัดออกทางปัสสาวะมีปริมาณมากที่สุดในช่วง 2 ชั่วโมงแรก และมากกว่าร้อยละ 80 ของการกำจัดทั้งหมดเกิดขึ้นใน 8 ชั่วโมงแรก

2) โทลูอีน (Toluene; T)

โทลูอีนเป็นของเหลวใส ไม่มีสี และมีกลิ่นหวานฉุน โทลูอีนจัดเป็นสารตัวทำละลายที่ดี จึงถูกนำมาใช้ร่วมกับเบนซีนและไซลีนมาตั้งแต่อดีต (HSDB, 1992) โทลูอีนมีอยู่ในธรรมชาติ คือ ในน้ำมันดิบ และในต้นโทลู โทลูอีนเกิดจากขบวนการผลิตน้ำมันเบนซีนและเชื้อเพลิงต่างๆ จากน้ำมันดิบ ขบวนการผลิตถ่านหิน และเป็นผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมผลิตสไตรีน (Styrene)

การสัมผัสและการดูดซึม

เนื่องจากโทลูอีนถูกนำมาใช้เป็นสารตัวทำละลายในผลิตภัณฑ์ต่างๆ เช่น สีทาบ้าน แล็คเกอร์ ทินเนอร์ น้ำยาเคลือบสีเล็บ เครื่องสำอางค์ น้ำยาขัดสนิม สีย้อมผ้า หมึก ยาง และผสมน้ำมันเบนซีนเพื่อเพิ่มค่าอ๊อกเทน รวมทั้งเป็นตัวทำละลายในกาว ใช้ในขบวนการพิมพ์ และการฟอกหนัง ดังนั้นเราจึงมีโอกาสได้รับสัมผัสโทลูอีนภายในบ้านและสิ่งแวดล้อมภายนอก ตลอดจนไอเสียรถยนต์ นอกจากนี้เครื่องพิมพ์เอกสารเป็นอีกแหล่งกำเนิดหนึ่งของโทลูอีนในที่ทำงาน (U.S. EPA, 1990)

กรณีที่ไม่ได้อาศัยอยู่ในบริเวณอุสาหกรรม พบว่าระดับความเข้มข้นของโทลูอีนภายในบ้านและในบรรยากาศน้อยกว่า 1 ส่วนในล้านส่วน (ppm) (ATSDR, 1989) การสูบบุหรี่ 1 ซอง/วัน จะได้รับโทลูอีนเพิ่มขึ้น 1,000 ไมโครกรัม

จากการศึกษาในอาสาสมัคร พบว่าโทลูอีนจะถูกดูดซึมอย่างรวดเร็วทางระบบหายใจและระบบทางเดินอาหาร แต่ดูดซึมในปริมาณน้อยทางผิวหนัง โดยจะพบโทลูอีนในกระแสเลือดภายใน 10 วินาทีภายหลังการสูดดม (U.S. EPA, 1990) และมีความสัมพันธ์กันสูงระหว่างความเข้มข้น

ของโทลูอีนในถุงลม (alveolar) และในเส้นเลือดแดงใหญ่ (arterial) ทั้งขณะสัมผัสและภายหลังการสัมผัส จากการศึกษาในอาสาสมัคร ด้วยการออกกำลังกายเบาๆ ขณะสัมผัสโทลูอีนที่ผสมดิวธีเรียม (deuterium) พบว่าร้อยละ 50 ของโทลูอีนจะถูกดูดซึมจากปอดภายใน 2 ชั่วโมงแรกของการสัมผัส สำหรับการดูดซึมโทลูอีนผ่านระบบทางเดินอาหารสามารถตรวจวัดได้จากลมหายใจออกและสารเมตาโบไลท์ในปัสสาวะ ทั้งนี้ร้อยละ 75-80 ของโทลูอีนที่หายใจเข้าจะถูกดูดซึมและสามารถวัดได้จากปริมาณสารเมตาโบไลท์ที่ขับออกทางปัสสาวะ จะเห็นว่าการได้รับสัมผัสโทลูอีนส่วนใหญ่จะส่งผลกระทบต่อสมองและระบบประสาท ขึ้นอยู่กับปริมาณที่ได้รับเข้าสู่ร่างกาย ระยะเวลาการสัมผัส ความไวทางพันธุกรรม และอายุ

การได้รับสัมผัสโทลูอีนในระดับความเข้มข้นต่ำ-ปานกลาง อาจทำให้เกิดอาการคล้ายเมาสุรา ปวดศีรษะ ง่วงนอน เหนื่อย สับสน กะปลกกะเปลี้ย สูญเสียความจำ คลื่นไส้ และเบื่ออาหาร หากได้รับสัมผัสทุกวันเป็นระยะเวลานาน อาจทำให้สูญเสียการได้ยินและการมองเห็นสี และหากได้รับสัมผัสโทลูอีนในระยะเวลาสั้น แต่ปริมาณมาก เช่น สูดดมสีหรือกาว อาจทำให้รู้สึกมึนหัว ถ้ามีการสูดดมอย่างต่อเนื่องอาจทำให้วิงเวียน ง่วงนอน หรือหมดสติ นอกจากนี้อาจทำให้มีปัญหาเกี่ยวกับการพูด การมองเห็น การได้ยิน สูญเสียการควบคุมกล้ามเนื้อ สูญเสียความทรงจำ สูญเสียการทรงตัว และสติปัญญาลดลง ทั้งนี้หากได้รับสัมผัสอย่างต่อเนื่องเป็นประจำทุกวันอาจส่งผลกระทบต่อสมองอย่างถาวร มากไปกว่านี้ยังพบว่าโทลูอีนที่มีระดับความเข้มข้นสูงอาจทำลายไตในขณะที่การดื่มแอลกอฮอล์ร่วมด้วย จะส่งผลกระทบต่อตับมากกว่าการได้รับสัมผัสโทลูอีนเพียงอย่างเดียว อย่างไรก็ตามการได้รับพิษอย่างเฉียบพลันอาจทำให้เสียชีวิตทันที

การแพร่กระจายและการเผาผลาญ

เมื่อสูดดมโทลูอีนเข้าสู่ร่างกาย จะแพร่กระจายเข้าสู่กระแสเลือด พบว่าระดับของโทลูอีนในถุงลมมีความสัมพันธ์กับระดับของโทลูอีนในเลือด นอกจากนี้โทลูอีนถูกดูดซึมและกระจายไปยังเนื้อเยื่อและเส้นเลือดที่อุดมด้วยไขมัน ได้แก่ สมอง โดยจะพบความเข้มข้นของโทลูอีนสูงในเนื้อเยื่อดังกล่าว ส่วนตับและไตจะพบโทลูอีนและสารเมตาโบไลท์ของโทลูอีนที่มีความเข้มข้นปานกลาง ในขณะที่การได้รับโทลูอีนเข้าสู่ร่างกายโดยการกิน จะพบความเข้มข้นของโทลูอีนสูงที่สุดที่ตับ รองลงมา ได้แก่ ตับอ่อน สมอง หัวใจ เลือด ไขมันในร่างกาย และน้ำไขสันหลัง เป็นต้น (Ameno, K. et al., 1989)

การกำจัดออกจากร่างกาย

การสัมผัสกับโทลูอีนทางการหายใจแบบเฉียบพลัน พบว่าโทลูอีนที่ไม่มีการเปลี่ยนรูปจะถูกกำจัดออกจากร่างกายทางลมหายใจออก ขณะที่โทลูอีนที่ถูกเปลี่ยนรูปโดยผ่านขบวนการเมตาโบลิซึมจะถูกขับออกมากับปัสสาวะ จากการศึกษาในอาสาสมัคร พบว่าร้อยละ 10-20 ของโทลูอีน

ที่ถูกดูดซึมจะถูกขับออกทางลมหายใจออกโดยไม่ถูกเผาผลาญ และมากกว่าร้อยละ 75 ของโทลูอีนจะถูกขับออกทางปัสสาวะในรูปของสารเมตาโบไลท์ และส่วนน้อยซึ่งเป็นส่วนที่เข้าไปสะสมอยู่ในเนื้อเยื่อไขมันจะถูกกำจัดออกอย่างช้าๆ อย่างไรก็ตามการขับโทลูอีนและสารที่เกิดจากขบวนการเมตาโบลิซึมออกจากร่างกายจะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วภายใน 24 ชั่วโมง (U.S. EPA, 1990)

3) **เอธิลเบนซีน** (Ethylbenzene; E)

เอธิลเบนซีนเป็นของเหลวไม่มีสี กลิ่นคล้ายน้ำมันเบนซีน ติดไฟง่ายที่อุณหภูมิห้อง โดยธรรมชาติพบได้ในน้ำมัน เอธิลเบนซีนโดยปกติใช้เป็นตัวทำละลาย และผสมในน้ำมันเครื่องยนต์และน้ำมันเครื่องบิน (Cavender, F. 1994)

การสัมผัสและการดูดซึม

การปนเปื้อนของเอธิลเบนซีนในอากาศส่วนใหญ่เกิดจากการเผาไหม้ของน้ำมัน ก๊าซ และถ่านหิน รวมทั้งจากอุตสาหกรรมที่นำเอธิลเบนซีนมาใช้ในกระบวนการผลิต นอกจากนี้เอธิลเบนซีนถูกนำมาใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆ เช่น อุตสาหกรรมผลิตสไตรีน อุตสาหกรรมผลิตเชื้อเพลิง และผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนผสมของเอธิลเบนซีน ได้แก่ น้ำมันเบนซีน สี หมึก ยาฆ่าแมลง กาวติดพรม น้ำมันชักเงา บุหรี่ ดังนั้นการใช้ผลิตภัณฑ์เหล่านี้อาจนำไปสู่การได้รับสัมผัสเอธิลเบนซีน อย่างไรก็ตามความรุนแรงของผลกระทบต่อสุขภาพขึ้นอยู่กับปริมาณหรือระดับความเข้มข้นของเอธิลเบนซีน ลักษณะของการได้รับสัมผัส และระยะเวลาในการสัมผัส

การศึกษาในมนุษย์ชี้ให้เห็นว่าเอธิลเบนซินมีการดูดซึมอย่างรวดเร็วทางการหายใจ โดยให้อาสาสมัครสัมผัสเอธิลเบนซิน พบว่าร้อยละ 49-64 ของเอธิลเบนซินที่ถูกสูดดมจะถูกกักเก็บไว้ในร่างกาย และมีปริมาณเพียงเล็กน้อยที่สามารถวัดได้จากลมหายใจออก (NTP, 1992) ส่วนการดูดซึมผ่านทางผิวหนังเกิดขึ้นได้น้อยหากเป็นการสัมผัสไอระเหยของเอธิลเบนซิน แต่กลับพบว่าการดูดซึมผ่านทางผิวหนังเป็นไปอย่างรวดเร็วหากเป็นการสัมผัสเอธิลเบนซินเหลว แสดงให้เห็นว่าการดูดซึมทางผิวหนังเป็นเส้นทางหลักในการได้รับเอธิลเบนซินเหลวหรือเอธิลเบนซินที่ปนเปื้อนมากับน้ำ

การสัมผัสเอธิลเบนที่ระดับความเข้มข้นสูงในระยะเวลาอันสั้น อาจทำให้กดประสาทส่วนกลาง ทำให้ปวดศีรษะ เวียนศีรษะ หน้ามืด สับสนงุนงง แสบตา แสบจมูก แสบคอ และอาจหมดสติได้ ผู้เชี่ยวชาญของ The International Agency for Research on Cancer สันนิษฐานว่าการสัมผัสเอธิลเบนเป็นระยะเวลานาน อาจเป็นสาเหตุของการเกิดมะเร็งในมนุษย์

การแพร่กระจายและการเผาผลาญ

ไม่มีการศึกษาเกี่ยวกับการแพร่กระจายในมนุษย์จากการสัมผัสเอธิลเบนซินเพียงตัวเดียว ในขณะที่การศึกษาเกี่ยวกับการเผาผลาญของเอธิลเบนซินในมนุษย์และสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมอื่นๆ ชี้ให้เห็นว่าการเผาผลาญของเอธิลเบนซินที่ได้รับสัมผัสทางการหายใจและทางการกินไม่แตกต่างกัน ในขณะที่การขับออกของสารเมตาโบไลท์ที่เกิดจากการสัมผัสทางผิวหนังเกิดขึ้นเพียงร้อยละ 4.6 ของปริมาณที่ดูดซึม แสดงให้เห็นว่าการเผาผลาญของเอธิลเบนซินที่ได้รับสัมผัสทางการหายใจแตกต่างกับการเผาผลาญที่ได้รับสัมผัสทางผิวหนัง อย่างไรก็ตามพบว่าการเผาผลาญของเอธิลเบนซินมีความผันแปรตาม species เพศ และการได้รับอาหาร

การกำจัดออกจากร่างกาย

ไม่มีข้อมูลความแตกต่างเกี่ยวกับการจัดการกับเอธิลเบนซินในเด็กและผู้ใหญ่ ตลอดจนไม่มีข้อมูลจำเพาะเกี่ยวกับความเข้มข้นของเอธิลเบนซินในน้ำนม รก cord blood หรือ amniotic fluid แต่อย่างไรก็ตามเอธิลเบนซินเป็นสารที่พบได้ในเนื้อเยื่อไขมัน ดังนั้นน่าจะพบได้ในน้ำนมเช่นกัน

มีการศึกษาในคน พบว่าเอธิลเบนซินที่ได้รับสัมผัสทางการหายใจจะถูกเผาผลาญและกำจัดออกจากร่างกายอย่างรวดเร็ว Chin และคณะ พบว่าร้อยละ 83 ของเอธิลเบนซินที่ถูกดูดซึมจะถูกขับออกจากร่างกายในรูปของสารเมตาโบไลท์ในปัสสาวะ กำจัดทางลมหายใจออกร้อยละ 8 และร้อยละ 0.7 ขับออกทางอุจจาระ โดยการกำจัดออกจากร่างกายจะเกิดขึ้นในช่วง 6-10 ชั่วโมงหลังการสัมผัสทางการหายใจ ในขณะที่เอธิลเบนซินที่ถูกดูดซึมผ่านทางผิวหนังจะถูกกำจัดออกมาเพียงร้อยละ 4.6 ซึ่งรูปแบบการกำจัดมีความแตกต่างจากการได้รับสัมผัสทางการหายใจ แต่ไม่มีการศึกษาเกี่ยวกับการกำจัดเอธิลเบนซินในคนซึ่งสัมผัสโดยการกิน

4) ไซลีน (Xylene; X)

ไซลีนเป็นของเหลวไม่มีสี ติดไฟง่าย มีกลิ่นหวาน แต่ละลายน้ำได้ยาก โดยปกติไซลีน มี 3 รูป ได้แก่ meta-xylene, ortho-xylene, and para-xylene (m-, o-, and p-xylene) ไซลีนผสมประกอบด้วย m-xylene (ร้อยละ 40), o-xylene (ร้อยละ 20), p-xylene (ร้อยละ 20) และปริมาณเล็กน้อยของเอธิลเบนซีนและโทลูอีน (Fishbein, L. 1985)

อุตสาหกรรมเคมีผลิตไซลีนจากน้ำมันปิโตรเลียม สำหรับไซลีนในธรรมชาติพบได้ในเกิดจากน้ำมันปิโตรเลียม ถ่านหิน และไฟไหม้ป่า ไซลีนพบได้ในน้ำมันเครื่องบินและน้ำมันเบนซีน แต่ในปริมาณเล็กน้อย (ATSDR, 1993)

การสัมผัสและการดูดซึม

ไซลีนถูกนำมาใช้เป็นสารตัวทำละลายในอุตสาหกรรมการพิมพ์ อุตสาหกรรมยาง อุตสาหกรรมหนัง และใช้เป็นสารทำความสะอาด ทินเนอร์ และน้ำมันชักเงา รวมทั้งเป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมผลิตสารเคมี อุตสาหกรรมพลาสติก และอุตสาหกรรมใยสังเคราะห์ ตลอดจนเป็นส่วนผสมในการเคลือบผ้าและกระดาษ

การปนเปื้อนเข้าสู่สิ่งแวดล้อมของไซลีน เกิดจากการปล่อยของเสียของโรงงานอุตสาหกรรม ไอเสียรถยนต์ ไอระเหยขณะใช้สารตัวทำละลาย ตลอดจนบ่อกำจัดขยะอันตรายและการหกของไซลีน ส่วนใหญ่เราจะได้รับสัมผัสไซลีนด้วยการสูดดมอากาศที่ปนเปื้อนไซลีน หรือไอระเหยของไซลีนที่ผสมอยู่ในผลิตภัณฑ์ต่างๆ เช่น น้ำมันเบนซิน สีทาบ้าน น้ำมันชักเงา เชลแล็ค น้ำยาป้องกันสนิม และจากการสูบบุหรี่ นอกจากนี้การซึมผ่านทางผิวหนังของไซลีนเกิดได้จากการใช้ผลิตภัณฑ์ต่างๆ เช่น สารตัวทำละลาย แล็คเกอร์ ทินเนอร์ และยาฆ่าแมลง เป็นต้น

ไซลีนทั้ง 3 รูปส่งผลกระทบต่อสุขภาพคล้ายกัน การสัมผัสไซลีนที่ระดับความเข้มข้นสูงในระยะเวลาสั้นอาจทำให้ระคายเคืองผิวหนัง ตา จมูก และคอ หายใจลำบาก ปอดสูญเสียการทำงาน การตอบสนองต่อการมองเห็นช้า ความจำไม่ดี ไม่สบายท้อง และอาจทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในตับและไต ตลอดจนมีผลต่อระบบประสาท เช่น ปวดศีรษะ เวียนศีรษะ กล้ามเนื้อไม่ประสานงานกัน สับสน และอาจทำให้ความสมดุลย์ของระบบประสาทเปลี่ยนไป และอาจถึงแก่ความตายถ้าได้รับสัมผัสที่ระดับความเข้มข้นสูงมาก เช่นเดียวกันการสัมผัสไซลีนที่ระดับความเข้มข้นสูงเป็นเวลานานจะส่งผลต่อระบบประสาท เช่น ปวดศีรษะ เวียนศีรษะ กล้ามเนื้อไม่ประสานงานกัน สับสน และอาจทำให้ความสมดุลย์ของระบบประสาทเปลี่ยนไป

จากการศึกษาในหญิงตั้งครรภ์จำนวน 14,000 คนใน Bristol, U.K. ที่ใช้สเปรย์ปรับอากาศ (aerosols) เป็นประจำ พบว่าในเลือดมีสารพวก VOCs (Xylene, ketones และ aldehydes) ค่อนข้างสูง และประชาการเหล่านี้จะมีอาการหลายอย่าง เช่น 25% ปวดศีรษะ, 19% มีอาการซึมเศร้าหลังคลอด, เด็กที่คลอดออกมาแล้วมักมีอาการท้องเสียบ่อยกว่าเด็กกลุ่มอื่น 22 %

ไซลีนเป็นสารที่ดูดซึมง่ายภายหลังจากการสัมผัสทั้ง 3 ทาง (หายใจ กิน และผิวหนัง) โดยไซลีนทุกรูปมีลักษณะของการดูดซึมแบบเดียวกัน ไม่ขึ้นอยู่กับระยะเวลาหรือปริมาณการสัมผัส อย่างไรก็ตามการดูดซึมเข้าสู่ร่างกายของไอระเหยไซลีนส่วนใหญ่เกิดขึ้นทางการหายใจ ในขณะที่การดูดซึมทางผิวหนังเกิดขึ้นได้น้อย (ร้อยละ 12) แต่กลับพบว่าการดูดซึมทางผิวหนังเกิดขึ้นได้รวดเร็วถ้าเป็นไซลีนเหลว

จากการศึกษาพบว่าผู้ที่สัมผัสไซลีนทางการหายใจ พบว่าร้อยละ 60 ของไซลีนที่ถูกดูดซึมจะเก็บกักที่ปอด (U.S. EPA, 1985) ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันระหว่างเพศ แต่พบว่าการออกแรง (เช่น การออกกำลังกายหรือการทำงาน) และปริมาณการสัมผัสที่มากขึ้น ทำให้ปริมาณของไซลีนที่ถูกเก็บกักเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ถูกดูดซึมเข้าสู่ร่างกาย นำไปสู่การระบายออกจากปอดเพิ่มขึ้น จาก

การศึกษาของ Astrand และคณะ พบว่าระยะเวลาการสัมผัสที่เพิ่มขึ้น จะทำให้ประสิทธิภาพของการเก็บกักลดลง จะเห็นว่าการดูดซึมสามารถวัดได้จากการเพิ่มขึ้นของสารเมตาโบไลท์ที่เกิดจากขบวนการเมตาโบลิซึมของไซลีนในปัสสาวะ

ไซลีนมีการดูดซึม 2 ระยะ **ระยะที่หนึ่ง**เกิดขึ้นในระยะเวลาสั้น (ภายใน 15 นาที) และ **ระยะที่สอง**เกิดขึ้นใช้เวลานาน และพบว่าไซลีนที่หายใจเข้าไปมีความเข้มข้นพอๆ กับในเลือด จากการศึกษาในคนและสัตว์แสดงให้เห็นว่าไซลีนจะถูกดูดซึมได้ดีทางการหายใจและทางการกิน โดยที่ไซลีนจะถูกกักเก็บในลมหายใจเข้าร้อยละ 60 และร้อยละ 90 ของไซลีนที่ถูกกลืนกินจะถูกดูดซึม ขณะที่การดูดซึมจากการสัมผัสทางผิวหนังเกิดขึ้นได้น้อย (U.S. EPA, 1985)

การแพร่กระจายและการเผาผลาญ

ไซลีนจะแพร่กระจายไปยังเนื้อเยื่อไขมันอย่างรวดเร็ว รวมทั้งมีการสะสมในเนื้อเยื่อไขมัน พบว่าร้อยละ 90 ของไซลีนในเลือดจะจับกับ serum proteins (U.S. EPA, 1985)

จากการศึกษาชิ้นไขมันใต้ผิวหนังของอาสาสมัคร พบว่าการดูดซึมของไซลีนสัมพันธ์กับไขมันรวมในร่างกาย ร้อยละ 5-10 ของไซลีนที่ถูกดูดซึมจะสะสมในเนื้อเยื่อไขมัน และการออกกำลังกายอาจทำให้ปริมาณของไซลีนกระจายไปยังเนื้อเยื่อไขมันในร่างกายมากขึ้น

การเผาผลาญของไซลีนที่เข้าสู่ร่างกายจะเกิดขึ้นในตับ และจะถูกขับออกมาในรูปของสารเมตาโบไลท์ที่เกิดจากขบวนการเมตาโบลิซึมของไซลีนทางปัสสาวะ ซึ่งจะถูกตรวจพบได้ภายหลังจากการสัมผัส 2 ชั่วโมง โดยการเผาผลาญไม่ขึ้นอยู่กับรูปฟอร์มของไซลีน (isomer) เส้นทางการสัมผัส ปริมาณที่สัมผัส หรือ ระยะเวลาของการสัมผัส

การกำจัดออกจากร่างกาย

ไซลีนส่วนใหญ่ (ร้อยละ 80-90) จะถูกขับออกจากร่างกายในรูปของสารเมตาโบไลท์ที่เกิดจากขบวนการเมตาโบลิซึมของไซลีนซึ่งเกิดขึ้นภายใน 18 ชั่วโมงภายหลังการสัมผัส มีเพียงร้อยละ 4-10 ที่ถูกดูดซึมไว้ที่เนื้อเยื่อไขมัน ซึ่งต้องใช้เวลาในการกำจัดออก จะเห็นว่าการขับไซลีนออกจากร่างกายในคนที่มีปริมาณไขมันมากจะเกิดช้ากว่าคนทั่วไป อย่างไรก็ตามร้อยละ 5 ของไซลีนจะถูกกำจัดออกจากร่างกายทางลมหายใจออกโดยไม่มีการเปลี่ยนรูป ซึ่งจะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว (2-3 วินาที) ภายหลังจากการสัมผัส โดยทั่วไปพบว่าปริมาณการขับออกจากร่างกายจะสัมพันธ์กับการดูดซึมมากกว่าปริมาณหรือระยะเวลาในการสัมผัส (U.S. EPA, 1986)

ดัชนีบ่งชี้ทางชีวภาพ (Biomarker)

เนื่องจากการตรวจวิเคราะห์หาดัชนี้บ่งชี้ทางชีวภาพเป็นการตรวจทางห้องปฏิบัติการที่จำเพาะและมีค่าใช้จ่ายสูง ดังนั้นทางโครงการฯ ไม่สามารถตรวจวิเคราะห์จากสารอินทรีย์ระเหยทุกตัว จึงเลือกส่งตรวจวิเคราะห์หาดัชนี้บ่งชี้ทางชีวภาพของเบนซีนเพียงอย่างเดียว โดยคำนึงถึงความรุนแรงของความเป็นพิษจากการได้รับสัมผัสแบบเรื้อรัง และเบนซีนจัดเป็นสารก่อมะเร็ง (carcinogenic) (US EPA, 1991a)

เบนซีน (Banzene) เป็นสารตัวทำละลายอินทรีย์ที่ใช้กันแพร่หลายในอุตสาหกรรมต่างๆ รวมทั้งเป็นองค์ประกอบในบุหรี่และน้ำมันเชื้อเพลิง การเปลี่ยนแปลงของเบนซีนกลายเป็นสารเมตาโบไลท์เกิดขึ้นที่ตับ จากนั้นสารเมตาโบไลท์จะถูกขับออกจากร่างกายทางปัสสาวะในรูปของฟีนอล (Phenol) และ trans,trans-Muconic acid (t,t-MA) แต่เนื่องจากฟีนอลไม่เหมาะสมที่จะใช้เป็นดัชนีบ่งชี้ทางชีวภาพ (biomarker) สำหรับการสัมผัสเบนซีนที่มีความเข้มข้นต่ำกว่า 5 ppm (8 hr time-weighted average , TWA) ในขณะที่ t,t-MA เป็นสารเมตาโบไลท์ชนิดหนึ่งของเบนซีนที่สามารถใช้เป็นดัชนีบ่งชี้ทางชีวภาพหากมีการสัมผัสเบนซีนที่ระดับความเข้มข้นต่ำกว่า 5 ppm ดังนั้น t,t-MA จึงถูกใช้เป็นตัวชี้วัดในการประเมินปริมาณของเบนซีนในปัสสาวะโดยทางอ้อมสำหรับการสัมผัสเบนซีนในระดับความเข้มข้นต่ำ

วิธีการวิเคราะห์ t,t-MA เป็นวิธีที่ดัดแปลงและพัฒนามาจากวิธีของ Bee-Lan Lee และคณะ โดยใช้ Ethyl acetate ในการสกัดสารแบบ Liquid liquid extraction จากนั้นทำให้สารตัวอย่างแห้งด้วยก๊าซไนโตรเจน (Nitrogen) ที่อุณหภูมิ 40 $^{\circ}$C ทำการละลายสารตัวอย่างซ้ำด้วย Mobile phase (ประกอบด้วย Phosphate buffer, Methanol และ น้ำ) 500 uL โดยใช้การปรับอัตราส่วนแบบ gradient ตลอดการวิเคราะห์ จากนั้นทำการฉีด 50 uL เพื่อตรวจวิเคราะห์ด้วยเทคนิค High Performance Liquid Chromatograph (HPLC) ซึ่งเป็นวิธีที่ผ่านกระบวนการยืนยันความถูกต้อง (Method Validation) มีค่าต่ำสุดของการวิเคราะห์ (Limit of Detection) 0.0267 มิลลิกรัมต่อลิตร และมีความจำเพาะต่อ t,t-MA ทั้งนี้สภาวะของเครื่อง HPLC จะใช้ Column C18 250 * 4.6 particle size 5 u ที่อุณหภูมิ 50 $^{\circ}$C จะเห็นว่าวิธีการวิเคราะห์ t,t-MA ในปัสสาวะที่ได้พัฒนาขึ้นนี้สามารถนำใช้เป็นวิธีมาตรฐานได้ ทั้งนี้ค่ามาตรฐาน t,t-MA ของอเมริกา 500 ug t,t-MA/gCreatinine หลังออกจากกะการทำงาน (ACGIH 2005) อย่างไรก็ตามสารรบกวนการตรวจหา t,t-MA ได้แก่ Sorbic acid หรือ สารกันเสียในอาหาร เนื่องจาก Sorbic acid และเบนซีนมี Metabolite ตัวเดียวกันคือ t,t-MA

ตารางที่ 1 สรุปการสัมผัส BTEX ในชีวิตประจำวัน

กิจกรรม/สารเคมี/วัตถุ	**ชนิดของ BTEX**
ทาสี / แล๊คเกอร์ / น้ำมันชักเงา / ทินเนอร์ / หมึกพิมพ์ต่างๆ	B, T, E , X
สเปรย์ฉีดผม / สีย้อมผม / สเปรย์ระงับกลิ่นกาย / สเปรย์ปรับอากาศ	B, T, E , X
สีทาเล็บ / น้ำยาเคลือบเล็บ / น้ำยาล้างเล็บ	B, T, E , X
ผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดต่างๆ	B, T, E , X
ปั๊มน้ำมัน / คลังเก็บน้ำมัน / โรงกลั่นน้ำมัน / โกดังเก็บสารเคมี	B, T, E , X
ซ่อมรถ / ซ่อมเครื่องยนต์ / สัมผัสน้ำมันต่างๆ	B, T, E , X
ยากันยุง / ยาฆ่าแมลงแบบสเปรย์ฉีด	B, T, E , X
ยากันยุงแบบขด	B
ยาฆ่าหญ้า / ปุ๋ย	B, T, E , X
กาวรองเท้า / กาวต่างๆ	B, T, E
ไอเสียรถยนต์	B, T, E
ควันธูป	B
ควันบุหรี่	B, T, E , X

บทที่ 3
วิธีการวิจัย

กระบวนการวิจัย

การเข้าไปดำเนินโครงการในพื้นที่ดำเนินโดยทีมผู้วิจัยและผู้ประสานงานในพื้นที่ประสานงานและประชุมร่วมกับประธานหรือคณะกรรมการแต่ละชุมชน เพื่อประชาสัมพันธ์การเข้าไปดำเนินโครงการในพื้นที่ การวิจัยนี้ใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงปริมาณ (Quantitative Research) และระเบียบวิธีวิจัยเชิงคุณภาพ (Qualitative Research) ดังนี้

<u>การวิจัยเชิงปริมาณ</u>

เป็นการศึกษาแบบ Panel Study การคัดเลือกตัวอย่างใช้วิธีการคัดเลือกแบบหลายขั้นตอน (Multi-stage Sampling) ขั้นแรกกำหนดพื้นที่ศึกษาแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive Sampling) ได้แก่ ชุมชนแออัดคลองเตย จากนั้นทีมผู้วิจัยลงสำรวจพื้นที่โดยการทำ Rapid Assessment เพื่อทำ Community Mapping และสุ่มตัวอย่างแบบ Random Sampling โดยใช้ข้อมูลประชากร (Census) เพื่อให้ได้ตัวแทนที่แท้จริงของประชาชนในพื้นที่ศึกษา ขนาดตัวอย่างในการเก็บข้อมูลเชิงปริมาณ (การสำรวจครัวเรือน) 400 ตัวอย่างนี้ คำนวณด้วยวิธีของ Taro Yamane อย่างไรก็ตามทีมผู้วิจัยได้เพิ่มจำนวนตัวอย่างขึ้นร้อยละ 25 เพื่อป้องกันปัญหาจำนวนตัวอย่างไม่เพียง ดังนั้นจึงได้ขนาดตัวอย่างรวมทั้งสิ้น 500 ตัวอย่าง โดยเป็นขนาดตัวอย่างที่ได้จากการรวมจำนวนตัวอย่างของแต่ละชุมชนย่อยด้วยวิธี Proportional to size โดยคัดกรองครอบครัวละ 1 ตัวอย่าง ด้วยเกณฑ์ในการคัดกรองดังนี้ เป็นผู้ที่อยู่อาศัยในชุมชนอย่างน้อย 5 ปีขึ้นไป และเป็นผู้ที่ใช้ชีวิตประจำวันส่วนใหญ่อยู่ในชุมชน เป็นต้น โดยกลุ่มตัวอย่างทุกคนจะได้รับการสัมภาษณ์ด้วยแบบสอบถาม จากนั้นกลุ่มตัวอย่างทั้ง 500 รายจะได้รับการคัดกรองจำนวน 100 ราย ด้วยวิธี Proportional to size โดยใช้เกณฑ์ในการคัดกรองดังนี้ เป็นผู้ที่ไม่สูบบุหรี่และไม่มีสมาชิกในครัวเรือนสูบบุหรี่ ตลอดจนเป็นผู้ที่ไม่มีอาชีพเสี่ยงต่อการสัมผัสสารอินทรีย์ระเหยหรือควันจากการประกอบอาหาร เพื่อเป็นตัวแทนในการเก็บตัวอย่างทางห้องปฏิบัติการ ได้แก่ ตัวอย่างอากาศในระดับบุคคลและตัวอย่างปัสสาวะ เพื่อวัดการสัมผัสสารอินทรีย์ระเหย (เบนซีน โทลูอีน เอธิลเบนซีน และไซลีน) เนื่องจากเป็นการศึกษาแบบ Panel study ดังนั้นกลุ่มตัวอย่างทั้ง 100 ราย จะถูกเก็บตัวอย่างทางห้องปฏิบัติการซ้ำ 3 ฤดูกาลๆ ละ 1 ครั้ง เพื่อประเมินการสัมผัสสารอินทรีย์ระเหยของกลุ่มตัวอย่างในแต่ละฤดูกาล ตลอดจนดูแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงการสัมผัสสารอินทรีย์ระเหยในแต่ละฤดูกาล นอกจากนี้ทีมผู้วิจัยจะทำการเก็บตัวอย่างอากาศในบรรยากาศชุมชนละ 3 จุดๆ ละ 2 ตัวอย่าง รวมทั้งสิ้น 30 ตัวอย่าง

เครื่องมือในการวิจัยเชิงปริมาณ

1. แบบสอบถามสำหรับเก็บข้อมูลเกี่ยวกับการได้รับสัมผัสของกลุ่มตัวอย่าง เช่น ข้อมูลส่วนบุคคล ประวัติการเจ็บป่วย และประวัติการสัมผัสสารอินทรีย์ระเหย เป็นต้น เพื่อหาปัจจัยเสี่ยงในการสัมผัสต่างๆ โดยจะใช้เวลาในการตอบแบบสอบถาม 15 นาทีโดยประมาณ (ภาคผนวก 1)

2. เครื่องมือเก็บตัวอย่างอากาศแบบ Passive air sampler เพื่อวิเคราะห์หาระดับความเข้มข้นของเบนซีน โทลูอีน เอธิลเบนซีน และไซลีน โดยจะทำการติดตั้งและเก็บตัวอย่างอากาศในระดับบุคคลและในบรรยากาศ ซึ่งอุปกรณ์ดังกล่าวจะถูกติดตั้ง เพื่อดูดซับอากาศที่อยู่รอบตัวของกลุ่มตัวอย่างและในบรรยากาศบริเวณที่ติดตั้งอุปกรณ์เป็นเวลา 8 ชั่วโมง จากนั้นตัวอย่างอากาศที่เก็บได้จะถูกนำไปตรวจวิเคราะห์ที่ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ เพื่อหาระดับความเข้มข้นของเบนซีน โทลูอีน เอธิลเบนซีน และไซลีน (ภาคผนวก 2)

3. การเก็บตัวอย่างปัสสาวะ เพื่อตรวจหาระดับของ trans, trans-muconic acid (t,t-MA) ซึ่งเป็นตัวชี้วัดการสัมผัสสารประกอบเบนซีน โดยตัวอย่างปัสสาวะจะถูกเก็บในขณะที่กลุ่มตัวอย่างมารับการถอดเก็บเครื่องมือเก็บตัวอย่างอากาศ (ภาคผนวก 2)

การศึกษาหาปริมาณการได้รับสัมผัสสาร BTEX

การหาปริมาณการได้รับสัมผัสสารเบนซีน โทลูอีน เอธิลเบนซีน และไซลีน ในกลุ่มตัวอย่างทำโดยการเก็บตัวอย่างสารอินทรีย์ระเหยในบรรยากาศที่ระดับการหายใจด้วยการติดหลอดดิฟฟูซิพแซมเปลอร์ที่ตัวบุคคล เป็นเวลา 8 ชั่วโมง พร้อมทั้งเก็บตัวอย่างปัสสาวะเพื่อตรวจหาปริมาณเมตาโบไลท์ของสารเบนซีน ซึ่งเป็นดัชนีชี้วัดการได้รับสัมผัสสารอินทรีย์ระเหยดังกล่าวเข้าสู่ร่างกาย รวมทั้งสำรวจสุขภาพของประชากรศึกษา ได้แก่ น้ำหนักตัว ระยะเวลาที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ศึกษา และการรับรู้เกี่ยวกับปัญหาสุขภาพ เป็นต้น เพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบการประเมินการได้รับสัมผัสสารอินทรีย์ระเหย (Exposure Assessment)

การประเมินการได้รับสัมผัสสารอินทรีย์ระเหยในบรรยากาศสามารถคำนวณได้จากสมการ (US EPA, 1997)

$$ADD = [[C \times IR \times ED] / [BW \times AT]]$$

โดยที่ ADD = Average daily dose (mg/kg-day);

C = Contaminant concentration in inhaled air (mg/m^3);

IR = Inhalation rate (m^3/hr), 20 m^3/day

ED = Exposure duration (days);

BW = Body weight (kg); and

AT = Averaging time (days), for non-carcinogenic effects AT = ED,
for carcinogenic or chronic effects AT = 70 years or 25,550 days (lifetime)

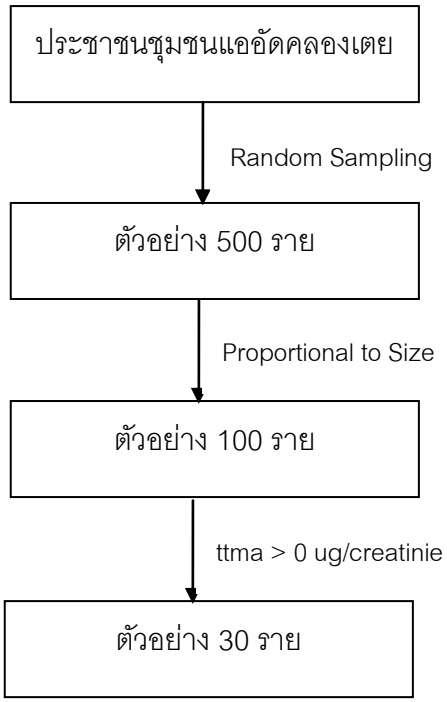
<u>การวิจัยเชิงคุณภาพ</u>

จากการเก็บตัวอย่างอากาศในระดับบุคคลและตัวอย่างปัสสาวะในกลุ่มตัวอย่าง และส่งตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการ จำนวน 100 ตัวอย่างนั้น ในจำนวนดังกล่าวทีมผู้วิจัยจะคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 ตัวอย่าง เพื่อทำการสัมภาษณ์เชิงลึก ซึ่งใช้เกณฑ์ในการคัดกรองดังนี้ เป็นผู้ที่ตรวจพบค่าสารเมตาโบไลต์ของสารประกอบเบนซีน ได้แก่ trans, trans-muconic acid ในปัสสาวะ มากกว่า 0 ไมโครกรัม/ครีเอทินีน

การสัมภาษณ์เชิงลึก เป็นการสัมภาษณ์เกี่ยวกับการสัมผัสสารอินทรีย์ระเหยในอดีตและในวันที่เก็บตัวอย่างปัสสาวะ เพื่อหาข้อมูลเชิงลึกในเรื่องของการรับรู้ถึงปัญหาสุขภาพและพฤติกรรมสุขภาพที่เกี่ยวข้องกับการสัมผัสสารอินทรีย์ระเหย นอกจากนี้ทีมผู้วิจัยจะใช้ Snow Technique ในการสัมภาษณ์เชิงลึกกับ Key Informants ในชุมชน เช่น เจ้าหน้าที่สถานีอนามัย และ ประธานหรือกรรมการชุมชน เป็นต้น การสัมภาษณ์ดำเนินการโดยนักวิจัยที่มีประสบการณ์หรือผ่านการอบรมการเก็บข้อมูลเชิงคุณภาพ โดยใช้เวลาในการสัมภาษณ์ประมาณ 45 นาทีถึง 1 ชั่วโมงต่อการสัมภาษณ์ 1 ครั้ง

พื้นที่ศึกษา

ทางโครงการฯ เลือกชุมชนแออัดคลองเตยเป็นพื้นที่ศึกษา เนื่องจากตั้งอยู่ในบริเวณใกล้เคียงกับโรงกลั่นน้ำมัน คลังเก็บน้ำมัน และท่าเรือคลองเตย ซึ่งเป็นพื้นที่ขนถ่ายและเก็บกักสารเคมีต่างๆ ทั้งนี้ทีมผู้เชี่ยวชาญจากศูนย์วิจัยและฝึกอบรมด้านสิ่งแวดล้อม กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ได้ทำการคัดเลือกพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการเก็บตัวอย่างอากาศทั้งในระดับบุคคลและในบรรยากาศ โดยเป็นพื้นที่ที่ห่างจากถนนใหญ่หรือทางด่วนมากที่สุด



แผนภูมิขนาดตัวอย่าง

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล แบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ ดังนี้

1. การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ ด้วยสถิติที่เหมาะสม อาทิเช่น Descriptive analysis, Chi-square, Regression เป็นต้น เพื่อประเมินความเสี่ยงต่อการสัมผัสสารอินทรีย์ระเหย

2. การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ ใช้หลักการวิเคราะห์เนื้อหา (Content analysis) การรายงานผลการวิจัยจะเสนอเป็นภาพรวมและไม่ระบุชื่อหรือข้อมูลอื่นใดที่สามารถสืบกลับไปยังกลุ่มตัวอย่าง

ข้อจำกัดของการวิจัย

เนื่องจากคนในชุมชนส่วนใหญ่มีรายได้เป็นรายวัน ฉะนั้นหลายครัวเรือนไม่อยู่ในขณะที่ทีมผู้วิจัยลงไปเก็บข้อมูลในพื้นที่ศึกษา

ปัญหาและอุปสรรค

เนื่องจากสารอินทรีย์ระเหยเป็นสารเคมีที่มีความจำเพาะทั้งในด้านอุปกรณ์ในการเก็บตัวอย่างและวิธีการตรวจวิเคราะห์ ดังนั้นทางโครงการฯ จึงขอความอนุเคราะห์อุปกรณ์ในการเก็บตัวอย่างอากาศ ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่มีความเฉพาะในการใช้งานและมีจำนวนจำกัด จากศูนย์วิจัยและฝึกอบรมด้านสิ่งแวดล้อม กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นหน่วยงานที่ปฏิบัติงานทางด้านการเก็บและตรวจวิเคราะห์อากาศโดยเฉพาะ

แต่อุปกรณ์เหล่านี้ได้ถูกยืมไปใช้งานโดยหน่วยงานอื่น และถูกนำส่งคืนในเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2552 ทางโครงการฯ โดยทีมผู้วิจัยและเจ้าหน้าที่จากศูนย์วิจัยฯ ได้เริ่มเก็บตัวอย่างอากาศทันทีที่ได้รับอุปกรณ์ในเดือนกันยายน พ.ศ.2552 ซึ่งเป็นการเก็บตัวอย่างอากาศในฤดูกาลแรก และเป็นตัวแทนของฤดูฝน ทำให้เกิดความล่าช้าอย่างต่อเนื่องสำหรับการเก็บตัวอย่างอากาศในฤดูถัดมา ได้แก่ ฤดูหนาว และ ฤดูร้อน เป็นต้น ทั้งนี้การเก็บข้อมูลที่เป็นตัวแทนฤดูร้อนจะดำเนินการในเดือนมีนาคมและเมษายน พ.ศ.2553 นี้

บทที่ 4
ผลการศึกษา

การวิเคราะห์เชิงปริมาณ

จากการคำนวณเบื้องต้น ได้ขนาดตัวอย่าง 500 ตัวอย่าง และจากการเก็บข้อมูล พบว่ามีกลุ่มตัวอย่างจำนวนทั้งสิ้น 572 คน เป็นผู้ที่อาศัยอยู่ในชุมชนล็อค 1-2-3 มากที่สุด (ร้อยละ 40.7) เนื่องจากเป็นชุมชนที่มีประชากรหนาแน่นที่สุด รองลงมาได้แก่ ชุมชน 70 ไร่ และ ชุมชนล็อค 4-5-6 (ร้อยละ 25.2 และ 18.2) ตามลำดับ กลุ่มตัวอย่างมีอายุเฉลี่ย 48 ปี โดยมีช่วงอายุตั้งแต่ 11 - 88 ปี ร้อยละ 79.4 ของกลุ่มตัวอย่างเป็นเพศหญิง โดยกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีสถานภาพสมรส/อาศัยอยู่ด้วยกัน (ร้อยละ 69.1) รองลงมามีสถานภาพหย่า/หม้าย (ร้อยละ 19.9) และโสด (ร้อยละ 11.0) ตามลำดับ กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นแม่บ้าน/ไม่ได้ทำงาน คิดเป็นร้อยละ 37.6 รองลงมาได้แก่ อาชีพค้าขายและรับจ้างทั่วไป คิดเป็นร้อยละ 15.7 และ 14.2 ตามลำดับ มีรายได้ครัวเรือนเฉลี่ยเดือนละ 10,400 บาท โดยมีรายได้ครัวเรือนตั้งแต่ 300 - 100,000 บาท/เดือน (ดังแสดงในตารางที่ 2)

กลุ่มตัวอย่างอาศัยอยู่ในพื้นที่ศึกษาโดยเฉลี่ย 30 ปี โดยมีระยะเวลาที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ศึกษาตั้งแต่ 5 - 80 ปี โดยพบว่าส่วนใหญ่ (ร้อยละ 9.9) อาศัยอยู่ในพื้นที่ศึกษา 20 ปี รองลงมาได้แก่ 40 และ 30 ปี คิดเป็นร้อยละ 7.7 และ 7.6 ตามลำดับ ซึ่งกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่อาศัยอยู่ในชุมชน 24 ชั่วโมง/วัน (ร้อยละ 69.9) และ 7 วัน/สัปดาห์ (ร้อยละ 98.9)

เมื่อพิจารณาจากลักษณะของอาชีพ โดยแบ่งออกเป็นอาชีพที่เสี่ยง ประกอบด้วย ช่างสาขาต่างๆ รับจ้างซักรีด เสริมสวย ค้าขายอาหารที่มีโอกาสเสี่ยงต่อการได้รับสารอินทรีย์ระเหย ทำความสะอาด ทำงานในบริเวณท่าเรือ รับจ้างต่างๆ ที่มีโอกาสเสี่ยงต่อการได้รับสารอินทรีย์ระเหย พนักงานขับรถ/รับส่งเอกสาร พนักงานในโรงงานที่ใช้สารอินทรีย์ระเหยในขบวนการผลิต และอาชีพที่ไม่เสี่ยงต่อการสัมผัสสารอินทรีย์ระเหย พบว่า 1 ใน 5 ของกลุ่มตัวอย่างมีอาชีพที่เสี่ยงต่อการสัมผัสสารอินทรีย์ระเหย นอกจากนี้กลุ่มตัวอย่างมีพฤติกรรมสูบบุหรี่และดื่มแอลกอฮอร์ ร้อยละ 22.4 และ 35.4 ตามลำดับ มากกว่าครึ่ง (ร้อยละ 53.9) ของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดได้รับการสัมผัสควันบุหรี่ จากเพื่อนบ้านหรือสมาชิกในบ้านที่สูบบุหรี่ (ดังแสดงในตารางที่ 3)

ตารางที่ 2 ข้อมูลพื้นฐานกลุ่มตัวอย่าง

ตัวแปร	จำนวน (n=572)	ร้อยละ
ชุมชน (จำนวนครัวเรือนในชุมชน)		
ล็อค 1-2-3 (2,000 ครัวเรือน)	233	40.7
70 ไร่ (1,000 ครัวเรือน)	144	25.2
ล็อค 4-5-6 (700 ครัวเรือน)	104	18.2
สวนอ้อย (450 ครัวเรือน)	61	10.7
วัดคลองเตยใน 2 (212 ครัวเรือน)	30	5.2
กลุ่มอายุ		
เด็กและเยาวชน	37	6.5
วัยทำงาน	413	72.2
ผู้สูงอายุ	122	21.3
เพศ		
ชาย	118	20.6
หญิง	454	79.4
สถานภาพสมรส		
โสด	63	11.0
แต่งงาน / อาศัยอยู่ร่วมกัน	395	69.1
หย่า / หม้าย	114	19.9

ตารางที่ 3 พฤติกรรมของกลุ่มตัวอย่าง

ตัวแปร	จำนวน	ร้อยละ
กลุ่มอาชีพ (n=572)		
อาชีพเสี่ยงต่อการสัมผัสสารอินทรีย์ระเหย	92	16.1
อาชีพที่ไม่เสี่ยงต่อการสัมผัสสารอินทรีย์ระเหย	480	83.9
การสูบบุหรี่ (n=572)		
สูบ	128	22.4
เคยสูบ แต่เลิกแล้ว	60	10.5
ไม่สูบ	384	67.1

ตัวแปร	จำนวน	ร้อยละ
สมาชิกในบ้านสูบบุหรี่ (n=572)		
มี	269	47.0
ไม่มี	303	53.0
สัมผัสควันบุหรี่จากสมาชิกในบ้านที่สูบบุหรี่ (n=269)		
สัมผัส	145	53.9
ไม่สัมผัส	124	46.1
การดื่มแอลกอฮอร์ (n=571)		
ดื่ม	202	35.4
เคยดื่ม แต่เลิกแล้ว	73	12.8
ไม่ดื่ม	296	51.8

ตารางที่ 4 โรคประจำตัวและการสัมผัสสารอินทรีย์ระเหย

ตัวแปร	จำนวน	ร้อยละ
โรคประจำตัว (n = 560)		
มี	279	49.8
ไม่มี	278	49.6
ไม่ทราบ	3	0.5
การสัมผัส (n = 572)		
สัมผัส	524	91.6
ไม่สัมผัส	48	8.4

ตารางที่ 4 แสดงให้เห็นว่า เกือบครึ่งของกลุ่มตัวอย่าง (ร้อยละ 49.8) มีโรคประจำตัวและร้อยละ 49.6 เป็นผู้ไม่มีโรคประจำตัว นอกจากนี้ในช่วง 12 เดือนที่ผ่านมาร้อยละ 39.3 ของกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด มีอาการต่างๆ เช่น คลื่นไส้/อาเจียน ระคายเคืองหรือแสบในจมูก/ตา/คอ เบื่ออาหาร เลือดออกง่าย ฟกช้ำตามตัว เป็นต้น ในจำนวนผู้ที่มีอาการเหล่านี้ร้อยละ 66.4 มีอาการร่วมกันมากกว่าหนึ่งอาการ ในขณะที่ร้อยละ 33.6 มีอาการเพียงอย่างเดียว กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีอาการปวดศรีษะ รองลงมา ได้แก่ วิงเวียน อ่อนเพลีย ระคายเคือง/แสบตา และระคายเคือง/แสบในคอ ตามลำดับ โดยส่วนใหญ่กลุ่มตัวอย่างจะมีอาการเหล่านี้ประมาณ 2 – 3 วัน ยกเว้นอาการระคายเคือง/แสบตา ที่พบว่าเกือบ 1 ใน 3 ของกลุ่มตัวอย่างที่มีอาการนี้ตลอดช่วง 12 เดือนที่ผ่านมา

ในช่วง 12 เดือนที่ผ่านมา พบว่าร้อยละ 91.6 ของกลุ่มตัวอย่างได้รับการสัมผัสสารต่างๆ ที่มีสารอินทรีย์ระเหยเป็นส่วนผสม รวมทั้งการสัมผัสไอเสียรถ และจากการอาศัยอยู่ใกล้ถนนในระยะ 500 เมตร พบว่าส่วนใหญ่การสัมผัสเป็นในลักษณะของการอาศัยอยู่ห่างจากถนนไม่เกิน 500 เมตร รองลงมาได้แก่ สัมผัสสเปรย์ยากันยุง/ยาฆ่าแมลง สัมผัสสเปรย์ฉีดผม/สีย้อมผม/สเปรย์ระงับกลิ่นกาย/สเปรย์ปรับอากาศ สัมผัสไอระเหยของน้ำมัน/สารเคมี สัมผัสสี/แล็คเกอร์ และสัมผัสกาวต่างๆ ตามลำดับ ในจำนวนผู้ได้รับสัมผัสสารเหล่านี้ พบว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ได้รับการสัมผัสเล็กน้อย (3 – 4 ครั้ง/ปี) ยกเว้นการสัมผัสสเปรย์ยากันยุง/ยาฆ่าแมลงและการอาศัยอยู่ห่างจากถนนไม่เกิน 500 เมตร ซึ่งกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ได้รับการสัมผัสมาก (อย่างน้อย 2 – 3 ครั้ง/สัปดาห์)

จากจำนวนตัวอย่างทั้งสิ้น 572 ตัวอย่าง ทีมผู้วิจัยได้คัดกรองตัวอย่างจำนวน 100 ราย โดยใช้เกณฑ์เป็นผู้ที่ไม่สูบบุหรี่และไม่มีสมาชิกในครัวเรือนสูบบุหรี่ ตลอดจนเป็นผู้ที่ไม่มีอาชีพเสี่ยงต่อการสัมผัสสารอินทรีย์ระเหยหรือควันจากการประกอบอาหาร เพื่อเป็นตัวแทนในการเก็บตัวอย่างทางห้องปฏิบัติการ ได้แก่ ตัวอย่างอากาศในระดับบุคคลและตัวอย่างปัสสาวะ เพื่อวัดการสัมผัสสารอินทรีย์ระเหย (เบนซีน โทลูอีน เอธิลเบนซีน และไซลีน) แต่เนื่องจากคนในชุมชนส่วนใหญ่มีรายได้เป็นรายวัน ดังนั้นจึงไม่สามารถเข้าร่วมเป็นส่วนหนึ่งของการเก็บข้อมูลในขั้นตอนนี้ เป็นผลให้ทีมผู้วิจัยได้รับความร่วมมือเพียง 86 ราย คิดเป็นร้อยละ 86 ซึ่งกลุ่มตัวอย่างทั้ง 86 รายนี้ได้รับการติดตั้งอุปกรณ์เก็บตัวอย่างอากาศในระดับบุคคลและเก็บตัวอย่างปัสสาวะเพื่อส่งตรวจยังห้องปฏิบัติการ

ขณะนี้ทางผลการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างอากาศและปัสสาวะทางห้องปฏิบัติการที่แล้วเสร็จมีเพียงเฉพาะฤดูกาลแรก คือ ฤดูฝน ดังนั้นทีมผู้วิจัยจึงสามารถวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพได้เท่าที่ข้อมูลเอื้ออำนวยเท่านั้น (ดังตารางที่ 5)

ตารางที่ 5 สรุปผลการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างอากาศ (BTEX) และ tt-MA

ตัวแปร	ค่าเฉลี่ย ช่วง	จำนวน	ร้อยละ
เบนซีน (Benzene)	2.95		
≤ 10 ppb (part per billion)	1.60-5.20	16	100
> 10 ppb (part per billion)		0	0
โทลูอีน (Toluene)	12.71		
≤ 10 ppb (part per billion)	5.50-8.30	7	43.75
> 10 ppb (part per billion)	10.37-55.1	9	56.25
เอธิลเบนซีน (Ethylbenzene)	4.27		
≤ 10 ppb (part per billion)	1.09-3.28	15	93.75
> 10 ppb (part per billion)	43.11	1	6.25
ไซลีน (Xylene)	7.54		
≤ 10 ppb (part per billion)	2.62-8.26	15	93.75
> 10 ppb (part per billion)	65.50	1	6.25
trans, trans-Muconic Acid	213.31		
≤ 500 ug/g creatinine	32-481	15	93.75
> 500 ug/g creatinine	615	1	6.25

การวิเคราะห์เชิงคุณภาพ

จากผลการตรวจวิเคราะห์ปัสสาวะทางห้องปฏิบัติการของกลุ่มตัวอย่างในฤดูกาลแรก คือ ฤดูฝน พบว่าตัวอย่าง 16 ใน 86 คน มีค่าความเข้มข้นของ trans, trans-muconic acid หรือ t,t-MA ในปัสสาวะ มากกว่า 0 ug/creatinine (มีค่ามาตรฐาน 0-500 ug/g creatinine) ดังนั้นทีมผู้วิจัยจึงติดต่อขอสัมภาษณ์เชิงลึกจากกลุ่มตัวอย่างดังกล่าว ในเรื่องของการรับรู้เกี่ยวกับการสัมผัสสารอินทรีย์ระเหยทั้งในอดีตและวันที่เก็บตัวอย่างปัสสาวะ การรับรู้เกี่ยวกับปัญหาสุขภาพ การรับรู้เกี่ยวกับการป้องกันการสัมผัส ตลอดจนการรับรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยจากการอาศัยอยู่ในสิ่งแวดล้อม ได้ผลดังต่อไปนี้

กลุ่มตัวอย่างทั้ง 16 คน เป็นเพศหญิง อายุระหว่าง 21 – 79 ปี ครึ่งหนึ่งอาศัยอยู่ในชุมชน 70 ไร่ ซึ่งเป็นชุมชนย่อยที่มีความหนาแน่นของประชากรเป็นอันดับ 2 ของชุมชนแออัดคลองเตย รองลงมาอาศัยอยู่ในชุมชนล็อค 1-2-3 จำนวน 6 คน ที่เหลืออาศัยอยู่ในชุมชนล็อค 4-5-6 และชุมชนวัดคลองเตยใน 2 ชุมชนละ 1 คน แต่เป็นที่น่าแปลกใจว่าคนที่อาศัยอยู่ในชุมชนสวนอ้อย ซึ่ง

เป็นชุมชนย่อยที่ตั้งอยู่ใกล้โรงกลั่นมากที่สุด กลับไม่พบการปนเปื้อนของ trans, trans-muconic acid (t,t-MA) ในปัสสาวะเนื่องจากพบว่าความเข้มข้นของ t,t-MA เท่ากับ 0 ug/creatinine

กลุ่มตัวอย่าง 10 ใน 16 คนเป็นแม่บ้าน/ไม่ได้ทำงาน 1 ใน 3 ของกลุ่มตัวอย่างมีอาชีพค้าขาย กลุ่มตัวอย่างมีรายได้เฉลี่ย 8,531.25 บาท/เดือน กลุ่มตัวอย่าง 11 ใน 16 คนแต่งงาน/อาศัยอยู่ร่วมกัน ในขณะที่ 1 ใน 4 เป็นหม้าย/หย่าร้าง กลุ่มตัวอย่างทุกคนอาศัยอยู่ในพื้นที่เกือบตลอดเวลา มาเป็นระยะเวลานานเฉลี่ย 25 ปี สองในสามของกลุ่มตัวอย่างมีโรคประจำตัว โดยในช่วง 12 เดือนที่ผ่านมา ส่วนใหญ่มีอาการวิงเวียน

การรับรู้เกี่ยวกับการสัมผัสสารอินทรีย์ระเหย

การสัมผัสสารเคมีหรือสิ่งแวดล้อมที่มีสารอินทรีย์ระเหยเป็นส่วนประกอบในช่วง 12 เดือนที่ผ่านมา เกือบทั้งหมดของกลุ่มตัวอย่างสัมผัสสารต่างๆ ที่มีสารอินทรีย์ระเหยเป็นส่วนผสม รวมทั้งการสัมผัสไอเสียรถ และจากการอาศัยอยู่ใกล้ถนนในระยะ 500 เมตร พบว่าส่วนใหญ่เป็นการสัมผัสไอเสียรถยนต์/มอเตอร์ไซด์ เนื่องจากอาศัยอยู่ห่างจากถนนไม่เกิน 500 เมตร รองลงมาได้แก่ สัมผัสสเปรย์ยากันยุง/ยาฆ่าแมลง สัมผัสสเปรย์ฉีดผม/สีย้อมผม/สเปรย์ระงับกลิ่นกาย/สเปรย์ปรับอากาศ สัมผัสสี/แล็คเกอร์ และสัมผัสกาวต่างๆ ตามลำดับ ในจำนวนผู้ได้รับสัมผัสสารเหล่านี้ พบว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ได้รับการสัมผัสมากจากการอาศัยอยู่ห่างจากถนนไม่เกิน 500 เมตร (อย่างน้อย 2 – 3 ครั้ง/สัปดาห์) แต่การสัมผัสสเปรย์ยากันยุง/ยาฆ่าแมลงในระดับปานกลาง (อย่างน้อย 1 ครั้ง/เดือน) ในขณะที่กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ได้รับการสัมผัสสเปรย์ฉีดผม/สีย้อมผม/สเปรย์ระงับกลิ่นกาย/สเปรย์ปรับอากาศ สัมผัสสี/แล็คเกอร์ และสัมผัสกาวต่างๆ ในปริมาณเล็กน้อย (3 – 4 ครั้ง/ปี) แยกการสัมผัสเป็นประเด็นดังนี้

1. <u>การสัมผัสเกี่ยวกับสีหรือตัวทำละลาย</u>

หมายถึงการสัมผัสสารอินทรีย์ระเหยจากทาหรือผสมสี / แล๊คเกอร์เคลือบไม้ / น้ำมันชักเงา / ทินเนอร์ / หมึกพิมพ์ต่างๆ ฯลฯ ตลอดจนการสัมผัสตัวทำละลายต่างๆ เนื่องจากภายในบริเวณชุมชนมีไฟไหม้บ่อย ทำให้มีการซ่อมแซมหรือสร้างบ้านใหม่อยู่เสมอๆ ดังนั้นการสัมผัสอาจเป็นการสัมผัสทั้งทางตรง ได้แก่ การทาสีด้วยตนเองหรือมีการทาสีภายในบ้านที่ตนเองอยู่อาศัย เป็นต้น หรือการสัมผัสโดยทางอ้อม ได้แก่ การทาสีของเพื่อนบ้านข้างเคียง เป็นต้น

หญิงอายุ37: สัมผัสสีทุกวัน เพราะไปนั่งคุยหรือนอนเล่นที่บ้านน้องสาว เค้าทาสีน้ำมัน และ น้องเขยชอบเปลี่ยนสีบ้านทุกวันส่วนใหญ่ใช้เวลาประมาณวันละ 6 ชั่วโมงที่บ้านนี้

หญิงอายุ53: ช่วงที่ผ่านมา บ้านที่อยู่ห่างจากบ้านตัวเองประมาณ 20 เมตร มีการพ่นสีประมาณ 3 อาทิตย์ บางบ้านมีการทาสีบ้าน 1-2 วัน

หญิงอายุ71: ข้างบ้านทาสีบ้านตลอดทั้งปี จะได้กลิ่นบ่อยมาก

หญิงอายุ21: หลังบ้านมีไฟไหม้ และปลูกบ้านใหม่ และทาสี

2. <u>การสัมผัสเกี่ยวกับสีย้อมผมหรือสเปรย์ต่างๆ</u>

หมายถึงการสัมผัสสารอินทรีย์ระเหยจากการใช้สีย้อมผมหรือสเปรย์ต่างๆ ที่มีการอัดก๊าซในกระป๋อง เช่น สเปรย์ฉีดผม / สเปรย์ระงับกลิ่นกาย / สเปรย์ปรับอากาศ เป็นต้น พบว่าครึ่งหนึ่งของกลุ่มตัวอย่างมีโอกาสสัมผัสสารเหล่านี้

หญิงอายุ37: ย้อมผมเอง 1 ครั้ง/เดือน ใช้สเปรย์ระงับกลิ่นตัวทุกวันและใช้สเปรย์ปรับอากาศอาทิตย์ละ 2 ครั้ง

3. <u>การสัมผัสเกี่ยวกับสีทาเล็บ / น้ำยาเคลือบเล็บ / น้ำยาล้างเล็บ</u>

มากกว่าครึ่งหนึ่งของกลุ่มตัวอย่างทาเล็บมือเล็บเท้า

หญิงอายุ37: สัมผัสสีทาเล็บ น้ำยาเคลือบเล็บ และน้ำยาล้างเล็บทุกวัน เพราะชอบไปนั่งเล่นที่ร้านเสริมสวยใกล้บ้านวันละ 2 ชั่วโมงทุกวัน

4. <u>การสัมผัสเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดต่างๆ</u>

เกือบทั้งหมดของกลุ่มตัวอย่างใช้ผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดห้องน้ำในบ้าน

หญิงอายุ54: ล้างห้องน้ำด้วยน้ำยาล้างห้องน้ำทุกวัน

หญิงอายุ53: ล้างห้องน้ำด้วยน้ำยาล้างห้องน้ำ 1 ครั้ง/สัปดาห์ แต่ถูพื้นทุกวันด้วยน้ำยาและที่ร้านรับซักผ้าโดยมีเครื่องซักผ้าหยอดเหรียญ 2 เครื่อง ซึ่งต้องใส่ผ้าผงซักฟอกและน้ำยาปรับผ้านุ่มให้ลูกค้าที่มาใช้บริการทุกวัน

5. <u>การสัมผัสเกี่ยวกับปั๊มน้ำมัน / คลังเก็บน้ำมัน / โรงกลั่นน้ำมัน / โกดังเก็บสารเคมี</u>

บ้านของกลุ่มตัวอย่างจำนวน 2 ราย มีโอกาสสัมผัสเกี่ยวกับปั๊มน้ำมันในกรณีที่นำรถไปเติมน้ำมันที่ปั๊มเท่านั้น

หญิงอายุ37: ไปเติมน้ำมันที่ปั๊ม 2-3 ครั้ง/สัปดาห์

6. <u>การสัมผัสเกี่ยวกับซ่อมรถ / ซ่อมเครื่องยนต์ / สัมผัสน้ำมันต่างๆ</u>

กลุ่มตัวอย่างจำนวน 2 ใน 16 คน ได้รับการสัมผัสเกี่ยวกับการซ่อมเครื่องยนต์

หญิงอายุ37: ข้างบ้านเป็นศูนย์ อปพร. ซึ่งเปิดลองเครื่องดับเพลิงและซ่อมเครื่องยนต์ทุกวัน

หญิงอายุ40: สัมผัสสเปรย์เบนซีนซึ่งใช้ในการช่วยขจัดคราบสกปรกในการล้างรถที่คาร์แคร์ของน้องชายทุกวัน เพราะไปช่วยเช็ดรถซึ่งจอดอยู่ในบริเวณที่เค้าสเปรย์น้ำมันทั้งวัน

หญิงอายุ60: ได้กลิ่นทุกวัน เพราะบ้านอยู่ใกล้อู่ซ่อมรถ

7. <u>การสัมผัสยาฆ่าแมลงแบบสเปรย์</u>

หมายถึงการสัมผัสสารอินทรีย์ระเหยจากการสัมผัสสเปรย์ยากันยุงหรือยาฆ่าแมลงต่างๆ พบว่าตัวอย่าง 5 ใน 16 คนสัมผัสยากันยุงแบบสเปรย์ทุกวัน ในขณะที่ 5 ใน 16 คนสัมผัสสเปรย์ของยากันยุงอย่างน้อย 1-3 ครั้ง/สัปดาห์

หญิงอายุ54: ฉีดยากันยุงทุกวัน แต่ยากันยุงแบบขด เฉลี่ยจุด 2-3 ครั้ง/อาทิตย์ จุดพอให้มีควันไล่ยุงแล้วดับ เพราะแพ้ควันยากันยุง ทำให้แน่นหน้าอก

หญิงอายุ79: ใช้ยากันยุงแบบฉีดอาทิตย์ละ 2 ครั้ง ฉีดตอนเช้าแล้วออกจากบ้าน นั่งคุยอยู่หน้าบ้านแต่ก็ยังได้กลิ่นยาที่ฉีด

8. <u>การสัมผัสเกี่ยวกับการใช้ยากันยุงแบบขด</u>

1 ใน 3 ของกลุ่มตัวอย่างใช้ยากันยุงแบบขดเป็นประจำทุกวัน

หญิงอายุ71: ใช้ยากันยุงแบบขดบ่อย เพราะยุงเยอะ

9. <u>การสัมผัสเกี่ยวกับยาฆ่าหญ้า / ปุ๋ย</u>

ไม่มีกลุ่มตัวอย่างรายใดได้รับสัมผัสสารอินทรีย์ระเหยที่อยู่ในยาฆ่าหญ้า มีเพียง 1 รายที่ปลูกพืชแล้วใส่ปุ๋ยด้วยมือเปล่า

10. <u>การสัมผัสเกี่ยวกับกาวต่างๆ</u>

หมายถึงการสัมผัสสารอินทรีย์ระเหยจากการสัมผัสไอระเหยของกาวต่างๆ พบว่ากลุ่มตัวอย่างที่มีโอกาสสัมผัสกาว ส่วนใหญ่เป็นการสัมผัสในปริมาณเล็กน้อยและบ่อย เนื่องจากภายในชุมชนเป็นแหล่งดมกาวของวัยรุ่น

หญิงอายุ21: มีเด็กมาดมกาวอยู่ข้างบ้าน จะได้กลิ่นทุกวัน

หญิงอายุ71: มีเด็กดมกาวมาดมกาวแถวบ้านทุกวัน

หญิงอายุ30: ได้กลิ่นจากพวกเด็กดมกาว

หญิงอายุ51: กลิ่นมาจากพวกดมกาว เดินผ่านหน้าบ้านก็มีกลิ่น นานๆ จะได้กลิ่นทีนึง

11. <u>การสัมผัสเกี่ยวกับบ้านอยู่ใกล้ถนนระยะ ~ 500 เมตร</u>

จากการสัมภาษณ์เชิงลึกเกี่ยวกับการรับรู้การสัมผัสสารอินทรีย์ระเหย พบว่ากลุ่มตัวอย่างที่อาศัยอยู่ห่างจากถนนไม่เกิน 500 เมตร มักได้รับการสัมผัสไอเสียรถยนต์/มอเตอร์ไซด์

หญิงอายุ54: สัมผัสไอเสียรถยนต์กับมอเตอร์ไซด์ ที่มาจอดซื้อของแต่ไม่ดับเครื่อง และรถติดขัดทุกวันตอนเช้า 7.00-8.30 ตอนเย็น 19.00-20.00

หญิงอายุ62: รถมอเตอร์ไซด์วิ่งผ่านหน้าบ้านทั้งวัน

12. <u>การสัมผัสเกี่ยวกับจุดธูปในบ้าน</u>

กลุ่มตัวอย่าง 13 ใน 16 คนจุดธูปในบ้าน แต่ส่วนใหญ่จุดทุกวันพระ และหลังจากจุดธูปแล้ว กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ไม่ได้เปิดประตูหรือหน้าต่างเพื่อระบายควันธูป แต่จะออกไปนอกบ้านหรืออยู่บริเวณอื่นเพื่อเลี่ยงกลิ่นและควันธูป

การรับรู้เกี่ยวกับปัญหาสุขภาพ

พบว่ากลุ่มตัวอย่างทั้งหมดมีการรับรู้ปัญหาสุขภาพดังนี้

1. <u>รับรู้ว่ามีปัญหาสุขภาพจากการสัมผัสสารอินทรีย์ระเหย</u>

พบว่า 1 ใน 3 คิดว่าปัญหาสุขภาพของตนเกิดจากการสัมผัสสารสิ่งแวดล้อมที่มีสารอินทรีย์ระเหยเป็นส่วนผสม

หญิงอายุ30: สังเกตได้จากเมื่อก่อนไม่ค่อยเป็นโรคอะไร เดี๋ยวนี้ไม่ค่อยมีแรง บอกไม่ถูกว่าเกี่ยวกับสารพวกนี้ยังไง แต่คิดว่ามีส่วนทำให้สุขภาพเสื่อมโทรมลง

หญิงอายุ51: เห็นคนแถวนี้ปวดหัวกันบ่อย คนพวกนี้คงไม่รู้ว่ามาจากสารที่อยู่ตรงนี้ อาการป่วยน่าจะมาจากได้รับสารพิษสะสมในร่างกาย เพราะอยู่ดีๆ ไม่น่าจะป่วยก็ป่วย กลิ่นมาจากพวกดมกาว เดินผ่านหน้าบ้านก็มีกลิ่น ได้กลิ่นก็เดินหนี ถ้าสูดเข้าไปจะปวดหัว คิดว่ามาจากอากาศ เพราะในท่าเรือก็ยังทำสารเคมีกัน มันลอยมาถึงที่บ้านได้อยู่แล้ว เพราะเราอยู่ใกล้ บางทีก็หายใจไม่สะดวก เหมือนขัดๆ ไม่โล่งเหมือนออกไปสูดที่อื่น

หญิงอายุ79: อยู่สลัมแบบนี้ เจอสารพัด มันหลบไม่พ้น แต่เราว่าใครก็ไม่ได้ บ้านใกล้เรือนเคียง ถ้าไม่มีกลิ่นหรือได้รับสารพวกนี้ คิดว่าสุขภาพคนในสลัมน่าจะดีขึ้น

2. <u>รับรู้ว่ามีปัญหาสุขภาพ</u>

พบว่า 1 ใน 3 ของกลุ่มตัวอย่างรับรู้ว่าตนมีปัญหาสุขภาพ แต่ไม่ทราบว่าปัญหาสุขภาพของตนนั้นเกิดจากสาเหตุใด

หญิงอายุ40: บางทีก็มีอาการระคายเคืองตา แสบในจมูก และอ่อนเพลีย แต่ไม่รู้ว่าเกิดจากอะไร บ้านอยู่ห่างจากโกดังที่เก็บสารเคมีประมาณ 500 เมตร มันไม่น่าจะทำให้คนป่วยได้ ถ้าป่วยก็คงเป็นกันหมด

การรับรู้เกี่ยวกับป้องกันการสัมผัสสารอินทรีย์ระเหย

จากการสัมภาษณ์เกี่ยวกับการป้องกันตนเองจากการสัมผัสสารอินทรีย์ระเหยของกลุ่มตัวอย่าง พบว่ากลุ่มตัวอย่างแบ่งเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มตัวอย่างที่ทราบวิธีการป้องกันตนเองและกลุ่มที่ไม่ทราบวิธีการป้องกันตนเอง ดังนี้

1. ทราบวิธีการป้องกันตนเอง

แม้ว่ากลุ่มตัวอย่างจะทราบวิธีการป้องกันตนเองจากการสัมผัสสารอินทร์ระเหย เพื่อป้องกันการเกิดผลกระทบต่อสุขภาพ แต่กลับพบว่ากลุ่มตัวอย่างเหล่านี้ไม่ได้ป้องกันตนเอง เนื่องจากมีทัศนคติเชิงลบต่ออุปกรณ์ป้องกัน คือ อึดอัด รำคาญ ร้อน ขี้เกียจ ไม่ชิน ตลอดจนกลัวการเข้าใจผิดจากคนในสังคม

หญิงอายุ54: ทนได้ก็ทนไป ได้กลิ่นน้ำมันทุกวัน แต่ทำอะไรไม่ได้เพราะบ้านอยู่ติดถนน ไม่ได้ป้องกันเพราะรำคาญ รู้สึกไม่คุ้นกับการใส่ฝาปิดจมูก รำคาญ ร้อน

หญิงอายุ79: ถ้าข้างบ้านทาสีใหม่ๆ จะรู้สึกฉุน ระคายเคืองตา เคืองคอ ไอ แต่ก็หลบไปไหนไม่ได้ ไม่ได้ป้องกัน เพราะเคยใช้หน้ากากปิดแล้วหายใจไม่ออก อึดอัด ปิดได้ 3 ครั้ง แต่ปิดแล้วหายใจไม่สะดวก ถ้ามีแบบใหม่ที่ใช้แล้วหายใจสะดวกก็จะใช้

หญิงอายุ30: ไม่เคยใช้อุปกรณ์ป้องกัน เพราะไม่คิดอะไรมากมาย เคยได้รับแจกผ้าปิดจมูก แต่ไม่ได้ใช้ เพราะไม่ชิน หงุดหงิด รำราญ เหมือนหายใจไม่ได้ ส่วนมากก็คิดกันง่ายๆ ขี้เกียจ ไม่ชิน รำคาญ ก็ไม่ป้องกัน

หญิงอายุ51: วันๆ ก็สูดสารพิษพวกนี้เข้าไป รู้ว่าส่งผลเสียต่อสุขภาพแต่ไม่ได้ป้องกัน ไม่มีปัญญาจะไปทำอะไร ก็อยู่ไปวันๆ ของเราแบบนี้ ถึงมีผ้าปิดจมูกก็ไม่ใช้ เพราะคนอื่นไม่ทำกัน แล้วเราทำก็เหมือนคนบ้า คนที่กลัวมากๆ ถึงจะใส่ ไม่ใส่เพราะมันไม่ชิน น่าเกลียด ไม่เคยใส่ ตอนนี้ไม่ได้ป่วยอะไร ถ้าป่วยค่อยว่ากัน

หญิงอายุ53: คิดว่า ตัวเองไม่ปลอดภัย แต่ไม่รู้จะทำยังไง เพราะไม่มีความรู้ว่าจะต้องป้องกันตัวเองและคนในครอบครัวยังไง ถ้าใส่หน้ากากป้องกันก็กลัวว่าคนอื่นจะมองเป็นคนแปลก

2. ไม่ทราบวิธีการป้องกันตนเอง

กลุ่มตัวอย่างจำนวน 2 ใน 3 ไม่ทราบวิธีการป้องกันตัวเองและสมาชิกในครอบครัวจากการสัมผัสสารอินทรีย์ระเหยอย่างเหมาะสม แต่ใช้วิธีหลีกเลี่ยงโดยการเดินออกจากบริเวณที่มีกลิ่น

หญิงอายุ30: เวลารถมอเตอร์ไซค์วิ่งผ่านหน้าบ้าน จะได้กลิ่นท่อไอเสีย หลบเข้าไปในบ้าน แต่เราก็ยังต้องอยู่ในชุมชนแบบนี้ ไม่รู้จะเลี่ยงยังไง รู้ว่าอันตรายแต่ไม่ได้ป้องกัน เพราะไม่รู้จะทำยังไง

หญิงอายุ51: วันๆ ก็สูดสารพิษพวกนี้เข้าไป รู้ว่าส่งผลเสียต่อสุขภาพแต่ไม่ได้ป้องกัน ไม่มีปัญญาจะไปทำอะไร ก็อยู่ไปวันๆ ของเราแบบนี้

หญิงอายุ53: เคยได้กลิ่นคล้ายน้ำมัน แต่ไม่รู้มาจากไหน ไม่ได้ทำอะไร ไม่จำเป็นต้องป้องกัน

การรับรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยจากการอาศัยอยู่ในสิ่งแวดล้อม

กลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการสัมภาษณ์เชิงลึกทุกรายอาศัยอยู่ในชุมชนเกือบทั้งวันมาเป็นระยะเวลานาน ทำให้เกิดความคุ้นเคยกับสภาวะแวดล้อมในชุมชน ดังนั้นกลุ่มตัวอย่างจึงมีการรับรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในการอาศัยอยู่ในชุมชนแตกต่างกัน ดังนี้

1. ไม่มีความเสี่ยงต่อสุขภาพ

หญิงอายุ30: อยู่ที่นี่มา 20 กว่าปี ชินแล้ว ไม่ได้กลิ่นอะไรแปลกปลอม แต่แม่มาจากต่างจังหวัดเคยมาเยี่ยม บอกว่าเหม็น อยู่ไม่ได้

หญิงอายุ68: อยู่บ้านปกติ ธรรมดา ชินแล้ว ไม่มีอะไรผิดปกติ ไม่คิดว่าเป็นอันตราย มันไม่ส่งผลต่อสุขภาพคนในบ้าน

หญิงอายุ54: ไม่คิดว่าไม่ปลอดภัย เพราะเคยชินกับสิ่งแวดล้อม ไม่รู้จะไปตั้งรกรากที่ไหน

2. มีความเสี่ยงต่อสุขภาพ

มากกว่า 2 ใน 3 ของกลุ่มตัวอย่างคิดว่าตนเองและสมาชิกในครอบครัวไม่ปลอดภัยจากการที่อยู่อาศัยในชุมชน แต่มีความจำเป็นต้องอาศัยอยู่ด้วยเหตุผลที่แตกต่างกัน รวมทั้งไม่มีหน่วยงานใดเข้าไปให้ความรู้เกี่ยวกับการป้องกันตนเอง

หญิงอายุ53: คิดว่าไม่ปลอดภัย แต่ไม่รู้จะทำยังไง เพราะไม่มีความรู้ว่าจะป้องกันตัวยังไง

หญิงอายุ37: คิดว่าไม่ปลอดภัย กลัวว่าสารเคมีจะระเบิด แต่ไม่ได้ป้องกัน เพราะเหตุการณ์ยังไม่เกิด เลยไม่ป้องกัน

หญิงอายุ40: คิดว่าไม่ปลอดภัย รู้ว่ามีสารเคมี แต่ไม่ได้ป้องกัน เพราะไม่มีความรู้ในการป้องกันตนเอง ไม่มีใครเข้าไปให้ความรู้

แผนการดำเนินเงาน

เนื่องจากปัจจุบันการเก็บข้อมูลสามารถดำเนินการได้เพียง 2 ฤดูกาล ได้แก่ ฤดูฝนและฤดูหนาว และยังอยู่ในระหว่างการเก็บข้อมูลฤดูสุดท้าย คือ ฤดูร้อน เพื่อให้โครงการวิจัยนี้สามารถบรรลุวัตถุประสงค์การวิจัยดังนี้ เพื่อศึกษาระดับความเข้มข้นของเบนซีน โทลูอีน เอธิลเบนซีน และไซลีน ในบรรยากาศในพื้นที่ศึกษาตามฤดูกาล และ เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างระดับความเข้มข้นของเบนซีน โทลูอีน เอธิลเบนซีน และไซลีน ในบรรยากาศกับปัญหาสุขภาพประชาชน

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กรมควบคุมมลพิษ. (2545). **โครงการศึกษาแนวโน้มระดับตะกั่วในเลือดของตำรวจจราจร และเด็กนักเรียนใน กทม หลังจากมีการเริ่มใช้มาตราการในการใช้น้ำมันเบนซินไร้สารตะกั่ว**. [กรุงเทพฯ : กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี]

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย วิทยาลัยการสาธารณุข, และกระทรวงสาธารณสุข กรมอนามัย. (2538). **การสำรวจสุขภาพปัญหาฝุ่นละอองที่มีผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชนในกรุงเทพมหานคร และแนวโน้มเชิงนโยบาย**. [กรุงเทพฯ : วิทยาลัยการสาธารณสุข]

ธนสร ตันศฤงฆาร, สุนทร ศุภพงษ์, ภัณฑิรา เกตุแก้ว, วรรณภา คุ้มจินดา, อนุสรณ์ รังสิโยธิน, กัลยา ซาพวง, และบุญเทียม เทพพิทักษ์ศักดิ์. (2548). ความสัมพันธ์ของปัจจัยทางชีวภาพกับปริมาณสารบีเทคและเอ็มทีบีอีในปัสสาวะ ของพนักงานสถานบริการน้ำมันเชื้อเพลิง. **วารสารวิจัยวิทยาศาสตร์การแพทย์**, 19(2), 157-164.

ธนสร ตันศฤงฆาร, อนุสรณ์ รังสิโยธิน, กัลยา ซาพวง, และบุญเทียม เทพพิทักษ์ศักดิ์. (2548). อาการผิดปกติที่พบในพนักงานสถานบริการน้ำมันเชื้อเพลิง. **วารสารกรมการแพทย์**, 30(2), 60-67.

สุภางค์ จันทวานิช. (2552). **วิธีการวิจัยเชิงคุณภาพ**. (พิมพ์ครั้งที่ 17). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

Agency for Toxic Substances and Disease Registry [ATSDR]. (1989). **Toxicological profile for benzene.** [Atlanta, GA. : ATSDR].

Agency for Toxic Substances and Disease Registry [ATSDR]. (1992). **Toxicological profile for benzene (update).** [Atlanta, GA. : ATSDR].

Agency for Toxic Substances and Disease Registry [ATSDR]. (1993). **Toxicological profile for Xylenes (draft for public comment).** [Atlanta, GA. : ATSDR].

Ameno, K., Fuke, C., Ameno, S., Kiriu, T., Sogo, K., & Ijiri, I. (1989). A fatal case of oral ingestion of toluene. *Forensic Science International, 41*(3), 255-260.

American Conference of Governmental Industrial Hygienists [ACGIH]. (2005). **2005 Tlvs and Beis: Based on the Documentation of the Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents & Biological Exposure Indices.** Cincinnati, OH : ACGIH.

Cavender, F. (1994). Ethylbenzene. In G. D. Clayton & F. E. Clayton (Eds.), **Patty's Industrial Hygiene and Toxicology : Vol. II, part B** (pp.1342-1346). (4th rev. ed.). New York : Wiley Interscience.

Chin, B. H., McKelvey, J. A., Tyler, T. R., Calisti, L. J., Kozbelt, S. J., & Sullivan, L. J. (1980). Absorption, distribution, and excretion of ethylbenzene, ethylcyclohexane, and methylethylbenzene isomers in rats. **Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology,** 24(1), 477-483.

Clayton, G. D., & Clayton, F. E. (Eds.). (1981). **Patty's industrial hygiene and toxicology : Vol. 2A, 2B.** (3rd rev. ed.). New York : John Wiley and Sons.

Dowty, B. J., Laseter, J. L., & Storer, J. (1976). The transplacental migration and accumulation in blood of volatile organic constituents. **Pediatr Res,** 10(7), 696-701.

Fishbein, L. (1985). An overview of environmental and toxicological aspects of aromatic hydrocarbons. III. Xylene. **Sci Total Environ,** 43(1-2), 165-183.

Hazardous Substances Data Bank [HSDB]. (1992). **Toluene, computer printout.** Bethesda, MD. : National Library of Medicine.

Lee, B. L., New, A. L., Kok, P. W., Ong, H. Y., Shi, C. Y., & Ong, C. N. (1993). Urinary trans,trans-muconic acid determined by liquid chromatography: application in biological monitoring of benzene exposure. **Clin Chem,** 39(9), 1788-1792.

National Toxicology Program [NTP]. (1992). **Toxicity Studies of Ethylbenzene in F344/N Rats and B6C3F$_1$ Mice (Inhalation Studies) (NTP Toxicity Study Report Series No. 10., NIH Publication No. 923129).** North Carolina : Research Triangle Park.

Nomiyama, K., & Nomiyama, H. (1974). Respiratory retention, uptake and excretion of organic solvents in man. **International Archives of Occupational and Environmental Health,** 32(1), 75-83.

Premium Solutions, Vol.25//October-December 2007.

Snyder, C. A. (1987). Benzene. In R. Snyder (Ed.), **Ethel Browning's Toxicity and Metabolism of Industrial Solvents** (pp. 3-37). New York : Elsevier.

Srbova, J., Teisinger, J., & Skramovsky, S. (1950). Absorption and elimination of inhaled benzene in man. **Arch Ind Hyg Occup Med,** 2(1), 1-8.

Susten, A. S., Dames, B. L., Burg, J. R., & Niemeier, R. W. (1985). Percutaneous penetration of benzene in hairless mice: an estimate of dermal absorption during tire-building operations. **Am J Ind Med,** 7(4), 323-335.

Tunsaringkarn, T., Supapong, S., Rungsiyothin, A., Zapuang, K., Theppitaksak, B., Udomprasertkul, V., et al. (2005). **Health status of gasoline station workers: A preliminary study.** Paper presented at the XVIIth IEA World Congress of Epidemiology, August 21-22, 2005.

U.S. Environmental Protection Agency [U.S. EPA]. (1985). **Drinking water criteria document for Xylenes.** Washington, DC. : U.S. EPA.

U.S. Environmental Protection Agency [U.S. EPA]. (1986). **Health and environmental effects profile for Xylenes (o-, m-, p-).** Washington, DC. : U.S. EPA.

U.S. Environmental Protection Agency [U.S. EPA]. (1990). **Drinking water criteria document for toluene.** Washington, D. C.: U. S. EPA.

U.S. Environmental Protection Agency [U.S. EPA]. (1991a). **Risk assessment guidance for superfund : Vol. I - Human health evaluation manual (part A) : Interim final.** Washington, DC. : U.S. EPA.

U.S. Environmental Protection Agency [U.S. EPA]. (1997). **Exposure factors handbook : Volume I - General factors.** Washington, DC. : U.S. EPA.

Winek, C. L., & Collom, W. D. (1971). Benzene and toluene fatalities. **J Occup Med,** 13(5), 259-261.

Yamane, T. (1967). **Statistics : An introductory analysis.** (2nd ed.). New York : Harper and Row.

ภาคผนวก 1

เลขที่แบบสัมภาษณ์ .....
วันที่สัมภาษณ์ .....
ผู้สัมภาษณ์ .....

แบบสอบถามโครงการ "การประเมินการสัมผัสสารอินทรีย์ระเหย (เบนซีน โทลูอีน เอธิลเบนซีน และไซลีน) ของประชาชนแออัดในกรุงเทพมหานคร: กรณีศึกษาชุมชนแออัดคลองเตย"

ส่วนที่ 1 ข้อมูลส่วนบุคคล

1. ชื่อ-นามสกุล .....
2. อายุ ..... ปี 3. เพศ ☐ ชาย ☐ หญิง 4. น้ำหนัก .....กก. 5. ส่วนสูง .....ซม.
6. สถานภาพสมรส ☐ โสด ☐ แต่งงาน / อาศัยอยู่ด้วยกัน ☐ หย่า / หม้าย
   ที่อยู่ปัจจุบัน .....
   เบอร์โทรศัพท์ที่ติดต่อได้สะดวก .....
7. อาชีพหลักในปัจจุบัน ระยะเวลา.....ปี
   ☐ ไม่ได้ทำงาน ☐ แม่บ้าน ☐ นักเรียน ☐ รับจ้าง ☐ รับราชการ ☐ อื่นๆ ระบุ .....
8. รายได้ครัวเรือน .....บาท/เดือน
9. อาชีพหลักในอดีต ระบุ .....ระยะเวลา.....ปี
10. ปัจจุบันท่านสูบบุหรี่หรือไม่ ☐ ไม่เคยสูบ (**ข้ามไปข้อ** 12) ☐ เคยสูบ แต่เลิกแล้ว เลิกมา.....ปี.....เดือน
    ☐ สูบ ระบุ.....มวน/วัน
11. ท่านเริ่มสูบบุหรี่ครั้งแรกอายุ.....ปี
12. ในบ้านของท่านมี**คนอื่น**สูบบุหรี่หรือไม่ ☐ ไม่มี (**ข้ามไปข้อ** 14) ☐ มี
13. ขณะที่มีคนสูบบุหรี่**ภายในตัวบ้าน** ท่านอยู่ในบริเวณที่มีคนสูบบุหรี่ด้วยใช่หรือไม่
    ☐ ไม่ใช่ ☐ ใช่ ระบุ .....วัน/สัปดาห์
14. ปัจจุบันท่านดื่มแอลกอฮอล์ (สุรา/เบียร์) หรือไม่
    ☐ ไม่ดื่ม (**ข้ามไปข้อ** 16) ☐ เคยดื่ม แต่เลิกแล้ว เลิกมา.....ปี.....เดือน
    ☐ ดื่ม ระบุ.....แก้ว/สัปดาห์ หรือ .....กระป๋อง/สัปดาห์ หรือ.....ขวด/สัปดาห์
15. ท่านดื่มสุรา/เบียร์ครั้งแรกอายุ.....ปี
16. ท่านมีโรคประจำตัวหรือไม่ ☐ ไม่มี ☐ มี ระบุโรค/อาการ.....
    การรักษา.....
    ระยะเวลาที่ป่วย .....ปี
17. ท่านเคยตรวจสุขภาพที่โรงพยาบาล ☐ ไม่เคย ☐ เคย ครั้งสุดท้ายเมื่อ .....
    หรือสถานพยาบาลหรือไม่ ผลการตรวจ .....
18. ท่านมีสวัสดิการรักษาพยาบาลหรือไม่
    ☐ ไม่มี ☐ ประกันสังคม ☐ บัตร 30 บาท ☐ อื่นๆ .....
19. ท่านใช้ยาเป็นประจำหรือไม่ ☐ ไม่ใช้ ☐ ใช้ ระบุ.....
20. ท่านเคยรับการผ่าตัดหรือไม่ ☐ ไม่เคย ☐ เคย ระบุ.....

21. ในครอบครัวของท่านมีคนเป็นโรคเลือดจาง ☐ ไม่มี ☐ มี การรักษา..... หรือไม่

22. เมื่อท่านไม่สบายเล็กน้อย ท่านดูแลรักษาตนเองอย่างไร

☐ ให้หายเอง ☐ ซื้อยากินเอง ☐ พบแพทย์ที่ ร.พ./สถานพยาบาล ☐ อื่นๆ ระบุ.....

23. เมื่อท่านไม่สบายมาก จนต้องหยุดงาน ท่านดูแลรักษาตนเองอย่างไร

☐ ให้หายเอง ☐ ซื้อยากินเอง ☐ พบแพทย์ที่ ร.พ./สถานพยาบาล ☐ อื่นๆ ระบุ.....

24. ช่วง 12 เดือนที่ผ่านมา ท่านเคยเจ็บป่วย จนต้องหยุดงานหรือไม่

☐ ไม่เคย ☐ เคย.....ครั้ง ด้วยโรค/อาการใด มากที่สุด 3 ลำดับ (เรียงจากบ่อยมากไปหาน้อย)

1) โรค/อาการ..... หยุดงาน.....วัน
การรักษา.....

2) โรค/อาการ..... หยุดงาน.....วัน
การรักษา.....

3) โรค/อาการ..... หยุดงาน.....วัน
การรักษา.....

25. ช่วง 12 เดือนที่ผ่านมา ท่านมีอาการต่างๆ เหล่านี้หรือไม่ *(ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)* ☐ ไม่มี **(ข้ามไปข้อ 28)**

☐ วิงเวียน	☐ ปวดศีรษะ	☐ ง่วงซึม	☐ อ่อนเพลีย
☐ คลื่นไส้ / อาเจียน	☐ เบื่ออาหาร	☐ มีจุดฟกช้ำตามตัว	☐ ระคายเคือง/แสบตา
☐ ระคายเคือง/แสบในจมูก	☐ เลือดออกง่าย	☐ เดินไม่ตรงทาง	☐ หายใจลำบาก
☐ ระคายเคือง/แสบในลำคอ	☐ ไม่ค่อยมีสมาธิ	☐ ใจสั่น	☐ หมดสติ
☐ ผิวหนัง.....	☐ การมองเห็นสีผิดปกติ	☐ สูญเสียการได้ยิน	☐ อื่นๆ ระบุ.....
☐ ความคล่องแคล่วในการใช้มือทำงานลดลง	☐ ความสามารถในการแยกแยะสีลดลง	☐ ความแม่นยำในการมองเห็นลดลง	

26. ท่านมีอาการดังข้อ 25 เป็นระยะเวลานานเท่าใด

อาการ..... ระยะเวลา ..... เดือน อาการ..... ระยะเวลา ..... เดือน
อาการ..... ระยะเวลา ..... เดือน อาการ..... ระยะเวลา ..... เดือน
อาการ..... ระยะเวลา ..... เดือน อาการ..... ระยะเวลา ..... เดือน

27. ท่านคิดว่าอาการดังกล่าว เกี่ยวข้องกับการทำงานหรือไม่

☐ ไม่เกี่ยว ☐ เกี่ยวข้อง คือ อาการ..... การรักษา.....
อาการ..... การรักษา.....

28.	ท่านสัมผัสสิ่งเหล่านี้ หรือไม่ (ช่วง 12 เดือนที่ผ่านมา)	**มาก**	**ปานกลาง**	**เล็กน้อย**	**ไม่ได้รับ**
ก)	ทาสี / ผสมสี / เคลือบสี / แล็คเกอร์เคลือบไม้				
ข)	สเปรย์ฉีดผม / สีย้อมผม / สเปรย์ระงับกลิ่นกาย / สเปรย์ปรับอากาศ				

ค)	ปั๊มน้ำมัน / คลังเก็บน้ำมัน / โรงกลั่นน้ำมัน/โกดังเก็บสารเคมี				
ง)	ซ่อมรถ / เครื่องยนต์ / น้ำมันต่างๆ				
จ)	มีการใช้ยากันยุง / แมลงแบบสเปรย์ฉีด				
ฉ)	ยาฆ่าแมลง / ยาฆ่าหญ้า / ปุ๋ย				
ช)	กาวรองเท้า / กาวต่างๆ				
ซ)	บ้านอยู่ใกล้ถนนระยะ ~ 500 เมตร				
ฌ)	อื่นๆ ระบุ				

29. ท่านคิดว่าท่านได้รับสัมผัสทางใดบ้าง ☐ สูดดม ☐ กินอาหาร ☐ ผิวหนัง
30. สถานที่ท่านรับประทานอาหารและน้ำ.....
31. ก่อนรับประทานอาหารหรือดื่มน้ำ ท่านล้างมือหรือไม่ ☐ ไม่ล้าง ☐ บางครั้ง ☐ ทุกครั้ง
32. เมื่อเลิกงานแต่ละวัน ก่อนกลับบ้านท่านอาบน้ำหรือไม่ ☐ ไม่อาบ ☐ บางครั้ง ☐ ทุกครั้ง
33. เมื่อเลิกงานแต่ละวันก่อนกลับบ้านท่านเปลี่ยนชุดหรือไม่ ☐ ไม่เปลี่ยน ☐ บางครั้ง ☐ ทุกครั้ง

ส่วนที่ 2 การสำรวจการรับสัมผัสสาร (Exposure Survey)

34. ท่านอยู่ในชุมชนนี้มานานประมาณ .....ปี
35. ท่านอยู่ในชุมชนโดยเฉลี่ย ..... ชั่วโมงต่อวัน
36. ท่านอยู่ในชุมชนโดยเฉลี่ย ..... วันต่อสัปดาห์
37. ท่านเคยได้กลิ่นไอระเหยน้ำมันในบริเวณชุมชนของท่านหรือไม่

    ☐ ไม่เคย **(จบการสัมภาษณ์)** ☐ บางครั้ง ☐ ประจำ
38. ท่านได้กลิ่นไอระเหยของน้ำมันในฤดูใดเด่นชัดที่สุด

    ☐ ฤดูร้อน ☐ ฤดูฝน ☐ ฤดูหนาว
39. ท่านคิดว่ากลิ่นของไอระเหยน้ำมันมาจากที่ใด (ระบุ)

    .....
40. ระยะห่างจากบ้านของท่านกับแหล่งที่มาของกลิ่นไอระเหยของน้ำมัน ..... เมตร
41. ข้อมูลเพิ่มเติม (เช่น รัศมีรอบบริเวณบ้านมีปั๊มน้ำมัน หรือ ร้านซักแห้ง หรือ อู่ซ่อมรถ/พ่นสีรถ หรือ ร้านทำเฟอร์นิเจอร์)

    สังเกตการระบายอากาศของบ้าน เช่น ประตู หน้าต่าง

    .....

    .....

    .....

    .....

    .....

ภาคผนวก 2

อุปกรณ์เก็บตัวอย่างอากาศ

1. หลอดเก็บตัวอย่างชนิดดิฟฟูซิพแซมเปลอร์ (Diffusive sampler) ประกอบด้วย Swagelok ที่มี ferrule ชนิดเทฟลอน สำหรับใช้ปิดหลอดดิฟฟูซิพแซมเปลอร์ ดังรูป

2. เครื่องทำความสะอาดหลอดเก็บตัวอย่าง : Dynatherm Analytical Instrument (USA) Model 60 six-tube conditioner ดังรูปที่ 3.2

3. การติดอุปกรณ์เก็บอากาศในบรรยากาศและในระดับบุคคล

โครงการนี้เป็นการประเมินการสัมผัสสารอินทรีย์ระเหย ได้แก่ เบนซีน โทลูอีน เอธิลเบนซีน และไซลีน ซึ่งจะทำการเก็บตัวอย่างอากาศทั้งในบรรยากาศและในระดับบุคคล ดังนี้

3.1 การติดอุปกรณ์เก็บตัวอย่างอากาศในบรรยากาศ

การเก็บตัวอย่างสารอินทรีย์ระเหยทั้ง 4 ชนิดในบรรยากาศ ทำโดยการหาพื้นที่ที่เหมาะสม ได้แก่ ไม่ตั้งอยู่ใกล้ถนนใหญ่หรือทางด่วน ตั้งอยู่กระจายทั่วชุมชนเพื่อเป็นตัวแทนอากาศของชุมชน เมื่อได้บ้านหรือสถานที่ที่เหมาะสมแล้ว จำทำการติดตั้งอุปกรณ์เก็บตัวอย่างอากาศไว้ภายนอกอาคาร (Outdoor air) โดยแขวนหลอดดิฟฟูซิพแซมเปลอร์ระยะความสูงประมาณ 2-3 เมตร เป็นเวลา 8 ชั่วโมง ดังรูป ทั้งนี้ในชุมชนคลองเตย มีพื้นที่ศึกษา 5 ชุมชนย่อย ดังนั้นทีมผู้วิจัยจะเก็บตัวอย่างอากาศชุมชนละ 3 จุด รวมทั้งสิ้น 15 จุดๆ ละ 2 ตัวอย่าง

3.2 การติดอุปกรณ์เก็บตัวอย่างอากาศในระดับบุคคล

การเก็บตัวอย่างสารอินทรีย์ระเหยทั้ง 4 ชนิดในระดับการหายใจของคน (Inhalation zone) ประมาณ 150-175 เซนติเมตร โดยการติดหลอดดิฟฟูซิพแซมเปลอร์ที่ตัวบุคคล (Personal sampling) ของกลุ่มประชากรศึกษา ซึ่งใช้ชีวิตประจำวันส่วนใหญ่อยู่ในบริเวณพื้นที่ศึกษา เป็นเวลา 8 ชั่วโมง

4. อุปกรณ์ในการวิเคราะห์ตัวอย่าง

4.1 ชุดเตรียมก๊าซมาตรฐาน ประกอบด้วย (1) สารเบนซิน โทลูอีน เอทธิลเบนซิน ไซลีน (2) Static Dilution Bottle (3) Gastight syringe (4) คานิสเตอร์ (5) เตาอบที่สามารถควบคุมอุณหภูมิได้ ถึง 130 องศาเซลเซียส (6) ก๊าซไนโตรเจน (7) ข้อต่อรูปตัวที (8) ปั๊มดูดอากาศ (9) นาฬิกาจับเวลา

4.2 เครื่องเทอร์มอลดีซอพชั่น

4.3 เครื่องก๊าซโครมาโตกราฟ-แมสสเปคโตรมิเตอร์ ประกอบด้วย คาร์ปิลลาริ่คอลัมน์ SPB ^{TM}624 ความยาว 60 เมตร เส้นผ่านศูนย์กลางภายใน (ID) 0.32 มิลลิเมตร ความหนาของฟิล์ม 1.8 ไมครอน โดยใช้ก๊าซฮีเลียมเป็นตัวพา (carrier gas)

3.4 เครื่องประมวลผล

จากนั้นทำการวิเคราะห์หาปริมาณของสารอินทรีย์ระเหยทั้ง 4 ชนิด ด้วยเทคนิคก๊าซโครมาโตกราฟ-แมสสเปคโตรมิเตอร์และคำนวณหาความเข้มข้นของสารดังกล่าว ดังสมการ

$$C = \frac{M_d - M_b}{U_p \times t}$$

โดยที่

M_d = Mass of analyze which is desorbed by diffusion (ng)

Mb = Mass of analyze which is desorbed from blank (ng)

U_p = Diffusion uptake rate ($ngpmm^{-1}min^{-1}$)

t = Exposure time (min)

การเก็บตัวอย่างปัสสาวะ

ทีมผู้วิจัยทำการเก็บตัวอย่างปัสสาวะจากกลุ่มตัวอย่าง เพื่อตรวจวิเคราะห์หาความเข้มข้นของสาร trans, trans-muconic acid ซึ่งเป็นตัวชี้วัดการสัมผัสสารประกอบเบนซีน และมีค่ามาตรฐาน 0-500 ug/g creatinine ในคนปกติ โดยตัวอย่างปัสสาวะจะถูกเก็บในขณะที่กลุ่มตัวอย่างมารับการถอดเก็บเครื่องมือเก็บตัวอย่างอากาศ ขณะที่เก็บตัวอย่างในพื้นที่ ตัวอย่างปัสสาวะจะถูกเก็บไว้ในกล่องโฟมบรรจุน้ำแข็งแห้ง เพื่อป้องกันการระเหยของสารอินทรีย์ระเหยในตัวอย่างปัสสาวะ ก่อนนำส่งตรวจวิเคราะห์ยังห้องปฏิบัติการ

ภาคผนวก 3

Statistics

		Benzene1	Toluene1	Ethylbenzene1	Xylene1	ttma1
N	Valid	16	16	16	16	16
	Missing	0	0	0	0	0
Mean		2.9519	12.7125	4.2669	7.5438	2.1331E2
Std. Deviation		1.11648	11.77115	10.37110	1.55096E1	1.66492E2
Minimum		1.60	5.50	1.09	2.62	32.00
Maximum		5.20	55.10	43.11	65.50	615.00

Frequency Table

Benzene1

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	1.6	1	6.2	6.2	6.2
	1.77	1	6.2	6.2	12.5
	1.82	1	6.2	6.2	18.8
	2	1	6.2	6.2	25.0
	2.15	1	6.2	6.2	31.2
	2.17	1	6.2	6.2	37.5
	2.24	1	6.2	6.2	43.8
	2.41	1	6.2	6.2	50.0
	2.82	1	6.2	6.2	56.2
	3.13	1	6.2	6.2	62.5
	3.4	1	6.2	6.2	68.8
	3.65	1	6.2	6.2	75.0
	4.08	1	6.2	6.2	81.2
	4.36	1	6.2	6.2	87.5
	4.43	1	6.2	6.2	93.8
	5.2	1	6.2	6.2	100.0
	Total	16	100.0	100.0	

Toluene1

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	5.5	1	6.2	6.2	6.2
	5.71	1	6.2	6.2	12.5
	6.83	1	6.2	6.2	18.8
	7.54	1	6.2	6.2	25.0
	7.55	1	6.2	6.2	31.2
	7.89	1	6.2	6.2	37.5
	8.3	1	6.2	6.2	43.8
	10.37	1	6.2	6.2	50.0
	10.47	1	6.2	6.2	56.2
	11.01	1	6.2	6.2	62.5
	11.33	1	6.2	6.2	68.8
	11.79	1	6.2	6.2	75.0
	12.04	1	6.2	6.2	81.2
	13.55	1	6.2	6.2	87.5
	18.42	1	6.2	6.2	93.8
	55.1	1	6.2	6.2	100.0
	Total	16	100.0	100.0	

Ethylbenzene1

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	1.09	1	6.2	6.2	6.2
	1.16	1	6.2	6.2	12.5
	1.27	1	6.2	6.2	18.8
	1.41	1	6.2	6.2	25.0
	1.45	1	6.2	6.2	31.2
	1.49	1	6.2	6.2	37.5
	1.5	1	6.2	6.2	43.8
	1.53	1	6.2	6.2	50.0
	1.6	1	6.2	6.2	56.2
	1.62	1	6.2	6.2	62.5
	1.64	1	6.2	6.2	68.8
	1.88	1	6.2	6.2	75.0
	2.02	1	6.2	6.2	81.2
	2.22	1	6.2	6.2	87.5
	3.28	1	6.2	6.2	93.8
	43.11	1	6.2	6.2	100.0
	Total	16	100.0	100.0	

Xylene1

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	2.62	1	6.2	6.2	6.2
	2.72	1	6.2	6.2	12.5
	2.82	1	6.2	6.2	18.8
	3.16	1	6.2	6.2	25.0
	3.17	1	6.2	6.2	31.2
	3.29	1	6.2	6.2	37.5
	3.31	1	6.2	6.2	43.8
	3.39	1	6.2	6.2	50.0
	3.48	1	6.2	6.2	56.2
	3.5	1	6.2	6.2	62.5
	3.55	1	6.2	6.2	68.8
	3.66	1	6.2	6.2	75.0
	3.84	1	6.2	6.2	81.2
	4.43	1	6.2	6.2	87.5
	8.26	1	6.2	6.2	93.8
	65.5	1	6.2	6.2	100.0
	Total	16	100.0	100.0	

ttma1

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	32	1	6.2	6.2	6.2
	56	1	6.2	6.2	12.5
	65	1	6.2	6.2	18.8
	88	1	6.2	6.2	25.0
	116	1	6.2	6.2	31.2
	120	1	6.2	6.2	37.5
	122	1	6.2	6.2	43.8
	141	1	6.2	6.2	50.0
	146	1	6.2	6.2	56.2
	205	1	6.2	6.2	62.5
	237	1	6.2	6.2	68.8
	286	1	6.2	6.2	75.0
	292	1	6.2	6.2	81.2
	411	1	6.2	6.2	87.5
	481	1	6.2	6.2	93.8
	615	1	6.2	6.2	100.0
	Total	16	100.0	100.0	