ปริมาณกรดฮิพพิวริคในปัสสาวะของคนงานโรงงานผลิตเฟอร์นิเจอร์ไม้ยางพารา ในอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

The Quantitative Determination of Hippuric Acid in Urine of Workers in Parawood Furniture Manufacturing Plant in Amphoe Hat Yai , Changwat Songkhla

จินตนา จิตต์เขม้น

Chintana Chitkhament

วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาอนามัยสิ่งแวดล้อม

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

Master of Science Thesis in Environmental Health

Prince of Songkla University

2541

เลขหมู่ IP248.H57 จ13 2541 ฉ. 2

Bib Key 144135

ชื่อวิทยานิพนธ์	ปริมาณกรดฮิพพิวริคในปัสสาวะของคนงานโรงงานผลิตเฟอร์นิเจอร์ไม้ยางพาราในอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา
ผู้เขียน	นางสาวจินตนา จิตต์เขม้น
สาขาวิชา	อนามัยสิ่งแวดล้อม

คณะกรรมการที่ปรึกษา

.....ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ณรงค์ ณ เชียงใหม่)

..... กรรมการ
(ดร.บรรจง วิทยวีรศักดิ์)

คณะกรรมการสอบ

.....ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ณรงค์ ณ เชียงใหม่)

..... กรรมการ
(ดร.บรรจง วิทยวีรศักดิ์)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.เพริศพิชญ์ คณาธารณา)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ฉวีวรรณ จั่นสกุล)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาอนามัยสิ่งแวดล้อม

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร.ก้าน จันทร์พรหมมา)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ชื่อวิทยานิพนธ์	ปริมาณกรดฮิพพิวริคในปัสสาวะของคนงานโรงงานผลิตเฟอร์นิเจอร์ไม้ยางพาราในอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา
ผู้เขียน	นางสาวจินตนา จิตต์เขม้น
สาขาวิชา	อนามัยสิ่งแวดล้อม
ปีการศึกษา	2540

บทคัดย่อ

ศึกษาปริมาณกรดฮิพพิวริคในปัสสาวะของคนงานแผนกพ่นสีและปริมาณโทลูอีนในบรรยากาศการทำงานของโรงงานผลิตเฟอร์นิเจอร์ไม้ยางพารา 4 แห่ง ในอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา ทำการวิเคราะห์ปริมาณกรดฮิพพิวริคในปัสสาวะด้วยวิธี Colorimetric และปริมาณโทลูอีนในบรรยากาศด้วยวิธีแก๊สโครมาโตรกราฟฟี่ ผลการวิเคราะห์ปริมาณความเข้มข้นของกรดฮิพพิวริคในปัสสาวะก่อนปฏิบัติงานพบว่า โรงงาน A มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 369.45±212.09 มิลลิกรัมต่อลิตร โรงงาน B มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 374.51±154.82 มิลลิกรัมต่อลิตร โรงงาน C มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 401.93±169.45 มิลลิกรัมต่อลิตร และโรงงาน D มีค่าโดยเฉลี่ยเท่ากับ 479.93±231.24 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณความเข้มข้นของกรดฮิพพิวริคในปัสสาวะหลังปฏิบัติงานพบว่า โรงงาน A มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 831.45±271.98 มิลลิกรัมต่อลิตร โรงงาน B มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1185±539.48 มิลลิกรัมต่อลิตร โรงงาน C มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1348.28±472.00 มิลลิกรัมต่อลิตร และโรงงาน D มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1560.77±702.87 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณความเข้มข้นของโทลูอีนในโรงงาน A มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.26±0.63 ส่วนต่อล้านส่วน โรงงาน B มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.02±0.74 ส่วนต่อล้านส่วน โรงงาน C มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.81±3.03 ส่วนต่อล้านส่วน และโรงงาน D มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 10.22±10.17 ส่วนต่อล้านส่วน ผลการเปรียบเทียบปริมาณความเข้มข้นของกรดฮิพพิวริคก่อนกับหลังปฏิบัติงานพบว่า ปริมาณความเข้มข้นของกรดฮิพพิวริคในปัสสาวะหลังปฏิบัติงานมีค่าสูงกว่าก่อนปฏิบัติงานอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 และไม่มีความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความเข้มข้นของกรดฮิพพิวริคในปัสสาวะหลังปฏิบัติงานกับปริมาณความเข้มข้นของโทลูอีนในบรรยากาศ เมื่อปริมาณความเข้มข้นของโทลูอีนในบรรยากาศอยู่ในช่วง 0.26-10.22 ส่วนต่อล้านส่วน ค่าความเข้มข้น

ของกรดฮิพพิวริคในปัสสาวะหลังปฏิบัติงานสูงกว่าค่ามาตรฐานที่สถาบันความปลอดภัยและอาชีวอนามัยของประเทศสหรัฐอเมริกา (NIOSH) กำหนดไว้ (ไม่เกิน 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร) ส่วนค่าความเข้มข้นของโทลูอีนในบรรยากาศการทำงานยังอยู่ในเกณฑ์ปลอดภัยตามประกาศมาตรฐานความปลอดภัยในการทำงานที่กระทรวงแรงงานและสวัสดิการสังคมกำหนดไว้ (ไม่เกิน 200 ส่วนต่อล้านส่วน)

Thesis Title	The Quantitative Determination of Hippuric Acid in Urine of Workers in Parawood Furniture Manufacturing Plant in Amphoe Hat Yai , Changwat Songkhla
Author	Miss Chintana Chitkhament
Major Program	Environmental Health
Academic Year	1997

Abstract

Hippuric acid concentrations in painting workers' urine and concentrations of toluene in the working atmosphere of parawood furniture manufacturing plants in Amphoe Hat Yai , Changwat Songkhla were studied. Hippuric acid concentrations were analyzed by colorimetric method. Concentrations of toluene were analyzed by gas chromatography. Results show that the mean concentrations of urinary hippuric acid before working in factory A, B, C and D were 369.45±212.09, 374.51±154.82, 401.93±169.45 and 479.93±231.24 mg/l, respectively, while the mean concentrations of urinary hippuric acid after working in factory A, B, C and D were 831.45±271.98, 1185±539.48, 1348.28±472.00 and 1560.77±702.87mg/l, respectively. The mean concentrations of toluene in the atmosphere during 8 hours working period in factory A, B, C and D were 0.26±0.63, 1.02±0.74, 3.81±3.03 and 10.22±10.17ppm, respectively. It was found that the mean concentration of urinary hippuric acid after working was significantly higher than that before working ($P<0.05$). There was no correlation between the hippuric acid concentrations after working v.s. the toluene concentrations in the atmosphere which were in the range from 0.26-10.22 ppm. The concentrations of hippuric acid in urine after working were found higher than the value recommended by the National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) (<1,000 mg/l). However, the concentrations of toluene in the atmosphere were found not exceeding the standard for safety working regulated by the Ministry of Labour and Social Welfare (<200 ppm).

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี เนื่องจากผู้ทำวิทยานิพนธ์ได้รับคำแนะนำปรึกษาการตรวจแก้ไขข้อบกพร่อง ตลอดจนการให้กำลังใจจากอาจารย์ที่ปรึกษา 3 ท่าน คือ รองศาสตราจารย์ ณรงค์ ณ เชียงใหม่ ดร.บรรจง วิทยวีรศักดิ์ และอาจารย์เจิดจรรย์ ศิริวงศ์ ผู้ทำวิทยานิพนธ์รู้สึกเป็นพระคุณอย่างยิ่ง และขอกราบขอบพระคุณไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ดร.เพริศพิชญ์ คณาธารณา และรองศาสตราจารย์ ดร.ฉวีวรรณ จั่นสกุล คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ที่ได้ช่วยแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้มีความสมบูรณ์ถูกต้องยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณหน่วยเครื่องมือกลาง คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่ให้ความช่วยเหลือในการวิเคราะห์ปริมาณโทลูอีนในบรรยากาศในการศึกษาขั้นต้น

ขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่ให้งบประมาณสนับสนุนในการทำวิทยานิพนธ์

ขอขอบคุณผู้จัดการ เจ้าหน้าที่ธุรการและคนงานในโรงงานเซ้าเทอร์นพาราวูด จำกัด เอ พี เอสวูดโปรดักส์ จำกัด ทาแมค จำกัด และเซ้าเทอร์นครอสเฟอร์นิเจอร์ จำกัด ที่ให้ความร่วมมือในการเก็บตัวอย่างด้วยดีตลอดมา

ขอขอบคุณคุณบุญเนื่อง สินสิริ ที่ให้ความช่วยเหลือในการเก็บตัวอย่างรวมทั้งเพื่อนนักศึกษาปริญญาโทสาขาอนามัยสิ่งแวดล้อมรุ่นที่ 1 และสาขาการจัดการสิ่งแวดล้อม รุ่น 8 ทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือด้วยดีตลอดมา

ขอขอบคุณคุณณฐพงศ์ จิตรนิรัตน์ ที่เป็นกำลังใจและคอยช่วยเหลือในการทำวิทยานิพนธ์ด้วยดีตลอดมา

สุดท้ายขอขอบพระคุณคุณพ่อ คุณแม่ น้องสาวและน้องชาย ครอบครัวจิตต์เขม้น คุณแวเย๊าะ แวหะมะ ที่คอยเป็นกำลังใจในการทำวิทยานิพนธ์นี้ตลอดมา

จินตนา จิตต์เขม้น

สารบาญ

	หน้า
บทคัดย่อ	(3)
Abstract	(5)
กิตติกรรมประกาศ	(6)
สารบาญ	(7)
รายการตาราง	(9)
รายการภาพประกอบ	(12)
บทที่	
1. บทนำ	1
บทนำต้นเรื่อง	1
การตรวจเอกสาร	4
วัตถุประสงค์	25
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย	25
ขอบเขตของการวิจัย	25
2. วิธีการวิจัย	26
วัสดุ	26
เครื่องมือและอุปกรณ์	26
วิธีดำเนินการวิจัย	28
การกำหนดจุดเก็บตัวอย่าง	28
การเก็บตัวอย่าง	30
การวิเคราะห์ตัวอย่าง	30
การวิเคราะห์ข้อมูล	34
3. ผลการวิจัย	35
4. วิจารณ์ผล	42
5. บทสรุปและข้อเสนอแนะ	48

สารบาญ (ต่อ)

	หน้า
บรรณานุกรม	52
ภาคผนวก	59
ประวัติผู้เขียน	96

รายการตาราง

หน้า

ตาราง

1 ชื่อโรงงานและจำนวนคนงานทั้งหมดในโรงงานผลิตเฟอร์นิเจอร์ไม้ยางพารา ในอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา 3

2 สถิติการนำเข้าสารโทลูอีน ระหว่างปี พ.ศ.2521-2527 5

3 ปริมาณการผลิตโทลอีน (ตัน) ในประเทศต่างๆ 6

4 ความเป็นพิษแบบเฉียบพลันของโทลูอีน 12

5 ความเป็นพิษแบบเฉียบพลันของโทลูอีนที่มีต่อสัตว์ทดลอง 13

6 ค่ามาตรฐานปริมาณความเข้มข้นของโทลูอีนในสถานประกอบการ (มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) 17

7 ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับสถานที่เก็บตัวอย่าง 28

8 ค่าเฉลี่ยปริมาณความเข้มข้นของโทลูอีนในบรรยากาศการทำงาน เมื่อแยกวิเคราะห์ตามโรงงาน (ส่วนต่อล้านส่วน) 36

9 ค่าเฉลี่ยปริมาณความเข้มข้นของกรดฮิพพิวริคในปัสสาวะของคนงานก่อนและหลังปฏิบัติงานในโรงงานทั้ง 4 แห่ง 37

10 มาตรการและข้อเสนอแนะในการลดปริมาณกรดฮิพพิวริคในปัสสาวะของคนงานจากการทำงานที่ต้องสัมผัสสารโทลูอีน 50

รายการตาราง (ต่อ)

หน้า

ตารางผนวก

1 ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับ อายุ เพศ และจำนวนคนงานในโรงงาน ผลิตเฟอร์นิเจอร์ไม้ ยางพาราทั้ง 4 แห่ง 60

2 % Recovery ของกรดฮิพพิวริคในปัสสาวะ 62

3 การคำนวณหา Desorption efficiency 63

4 ประสิทธิภาพการดูดซับของหลอดผงถ่าน (Desorption efficiency) 64

5 ปริมาณความเข้มข้นของโทลูอีนในบรรยากาศการทำงานในโรงงาน ผลิตเฟอร์นิเจอร์ไม้ยางพารา ในอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา 65

6 ปริมาณความเข้มข้นของกรดฮิพพิวริคในปัสสาวะก่อนปฏิบัติงาน ของคนงานแผนกพ่นสีและพ่นเคลือบสีในโรงงานผลิตเฟอร์นิเจอร์ไม้ยางพารา ในอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา (มิลลิกรัมต่อลิตร) 66

7 ปริมาณความเข้มข้นของกรดฮิพพิวริคในปัสสาวะหลังปฏิบัติงาน ของคนงานแผนกพ่นสีและพ่นเคลือบสีในโรงงานผลิตเฟอร์นิเจอร์ไม้ยางพารา ในอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา (มิลลิกรัมต่อลิตร) 67

8 ผลการตรวจหาปริมาณความเข้มข้นของโทลูอีนในบรรยากาศการทำงาน โรงงาน A ครั้งที่ 1 68

9 ผลการตรวจหาปริมาณความเข้มข้นของโทลูอีนในบรรยากาศการทำงาน โรงงาน A ครั้งที 69

10 ผลการตรวจหาปริมาณความเข้มข้นของโทลูอีนในบรรยากาศการทำงาน โรงงาน A ครั้งที่ 3 70

11 ผลการตรวจหาปริมาณความเข้มข้นของโทลูอีนในบรรยากาศการทำงาน โรงงาน B ครั้งที่ 1 71

12 ผลการตรวจหาปริมาณความเข้มข้นของโทลูอีนในบรรยากาศการทำงาน โรงงาน B ครั้งที่ 2 72

รายการตาราง (ต่อ)

หน้า

ตารางผนวก

13 ผลการตรวจหาปริมาณความเข้มข้นของโทลูอีนในบรรยากาศการทำงาน โรงงาน B ครั้งที่ 3 73

14 ผลการตรวจหาปริมาณความเข้มข้นของโทลูอีนในบรรยากาศการทำงาน โรงงาน C ครั้งที่ 1 74

15 ผลการตรวจหาปริมาณความเข้มข้นของโทลูอีนในบรรยากาศการทำงาน โรงงาน C ครั้งที่ 2 75

16 ผลการตรวจหาปริมาณความเข้มข้นของโทลูอีนในบรรยากาศการทำงาน โรงงาน C ครั้งที่ 3 76

17 ผลการตรวจหาปริมาณความเข้มข้นของโทลูอีนในบรรยากาศการทำงาน โรงงาน D ครั้งที่ 1 77

18 ผลการตรวจหาปริมาณความเข้มข้นของโทลูอีนในบรรยากาศการทำงาน โรงงาน D ครั้งที่ 2 78

19 ผลการตรวจหาปริมาณความเข้มข้นของโทลูอีนในบรรยากาศการทำงาน โรงงาน D ครั้งที่ 3 79

20 ร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตาม เพศ อายุ ส่วนสูง และน้ำหนัก 80

21 ร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตาม สถานสมรสและการศึกษา 81

22 ร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตาม ประวัติการสูบบุหรี่ ประวัติการดื่มสุรา การใช้ยาและโรคประจำตัว 81

23 ร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตาม อายุการทำงาน การสวมถุงมือป้องกัน การล้างมือ การมีชุดทำงานและการใส่หน้ากากป้องกัน 83

24 ร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตาม อาการและความรู้สึก 85

รายการภาพประกอบ

หน้า

ภาพประกอบ

1 ปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของโทลูอีนเป็นกรดเบนโซอิค 9
2 ปฏิกิริยาการรวมตัวของกรดเบนโซอิคกับไกลซีน 10
3 ปฏิกิริยาการรวมตัวของกรดเบนโซอิคกับไกลซีน และกรดกลูคูโรนิค 11
4 สภาพแวดล้อมทั่วไปขณะปฏิบัติงานของคนงานในโรงงานทั้ง 4 แห่ง 29
5 ค่าเฉลี่ยปริมาณความเข้มข้นของโทลูอีนในบรรยากาศการทำงาน เมื่อแยกวิเคราะห์ตามโรงงาน 36
6 ค่าเฉลี่ยปริมาณความเข้มข้นของกรดฮิพพิวริคในปัสสาวะของคนงาน ก่อนและหลังปฏิบัติงาน 38
7 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความเข้มข้นของกรดฮิพพิวริคในปัสสาวะของ คนงานหลังปฏิบัติงานกับปริมาณความเข้มข้นของโทลูอีนในบรรยากาศ ในโรงงานทั้ง 4 แห่ง 39

ภาพประกอบผนวก

1 กราฟมาตรฐานของสารละลายมาตรฐานกรดฮิพพิวริค 60
2 กราฟมาตรฐานของสารละลายมาตรฐานโทลูอีน (มิลลิกรัมต่อลิตร) 61
3 กราฟมาตรฐานของสารละลายมาตรฐานโทลูอีน (ไมโครกรัมต่อ 2 ไมโครลิตร) 61
4 อุปกรณ์เก็บตัวอย่างปัสสาวะ (Polyethylene bottle) 91
5 อุปกรณ์เก็บตัวอย่างอากาศ (ขณะเก็บตัวอย่าง) 91
6 อุปกรณ์เก็บตัวอย่างอากาศ (หลังเก็บตัวอย่าง) 92
7 เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (Spectrophotometer) 93
8 เครื่องแก๊สโครมาโตกราฟ (Gas Chromatograph) 93
9 เครื่องเซนตริฟิวจ์ (Centrifuge) 94
10 เครื่องเขย่า (Touch mixer model 231) 94
11 เครื่องวัดความถ่วงจำเพาะของปัสสาวะ (Atago hand refractometer) 95

บทที่ 1

บทนำ

บทนำต้นเรื่อง

ในการประกอบอาชีพต่างๆ ถ้าผู้ปฏิบัติงานต้องทำงานอยู่ในสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมหรือมีสภาพการทำงานอันเป็นอันตรายต่อสุขภาพอนามัย เช่น การนำเอาสารเคมีที่เป็นอันตรายมาใช้ในอุตสาหกรรม จะเป็นสาเหตุสำคัญประการหนึ่งที่ทำให้เกิดโรคหรือความเจ็บป่วยจากการประกอบอาชีพได้ เช่น เหตุการณ์ในเดือนกันยายน 2535 กรณีคนงานหญิง 17 คน ในโรงงานทำรองเท้าผ้าใบ จังหวัดสมุทรปราการ มีอาการหายใจลำบาก หน้ามืด หลังจากสูดดมกาวซึ่งใช้ในการประกอบกล่องใส่รองเท้าและต้องเข้ารักษาตัวในโรงพยาบาล จากเหตุการณ์ดังกล่าวกองอาชีวอนามัยและกองระบาดวิทยาได้เข้าดำเนินการสอบสวนโรคแก่คนงานในโรงงานทำรองเท้าผ้าใบ พบว่าคนงาน 51 คน ในแผนกพับกล่องมีอัตราป่วยร้อยละ 74.5 (38/51) ตรวจพบค่ากรดฮิพพิวริคในปัสสาวะสูงเกินค่ามาตรฐานกำหนดทุกคน และปริมาณสารโทลูอีนในบรรยากาศในแผนกดังกล่าวสูงเกินกว่าค่ามาตรฐานที่กระทรวงแรงงานและสวัสดิการสังคมกำหนดไว้ (กรมอนามัย, กองอาชีวอนามัย, 2535)

โทลูอีน (Toluene) เป็นสารเคมีชนิดหนึ่งที่เป็นอันตรายและนิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย ในโรงงานอุตสาหกรรมโทลูอีนเป็นสารทำละลายอินทรีย์ที่จัดอยู่ในกลุ่มอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน (aromatic hydrocarbon) นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายทั้งในและนอกประเทศ เป็นสารเคมีที่ผลิตจากอุตสาหกรรมถ่านหิน และอุตสาหกรรมปิโตรเคมี ในอุตสาหกรรมถ่านหินจะได้โทลูอีนจาก แก๊ส (gas) และ น้ำมันดินจากถ่านหิน (coal tar) ส่วนในอุตสาหกรรมปิโตรเคมีจะได้โทลูอีนโดยขบวนการดีไฮโดรจิเนชั่น (dehydrogenation) ของแนฟทีน (naphthene) หรือ โดยขบวนการไซคลิเซชั่น (cyclization) และ ขบวนการอะโรมาไทเซชั่น (aromatization) ของพาราฟินไฮโดรคาร์บอน (paraffin hydrocarbon) โทลูอีนเป็นส่วนผสมที่สำคัญใน สี แลคเกอร์ กาว น้ำมันผสมสี ทินเนอร์ และใช้เป็นสารทำละลาย (solvent) ในอุตสาหกรรม ยา เคมี

ยาง และพลาสติก นอกจากนี้ยังใช้ในอุตสาหกรรมหนังเทียม เส้นใย การเคลือบกระดาษ และหมึกพิมพ์เป็นต้น (สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2530)

การศึกษาเภสัชจลนศาสตร์ของโทลูอีนพบว่า หลังจากโทลูอีนถูกดูดซึมเข้าสู่ร่างกายแล้วจะแพร่กระจายไปสู่เนื้อเยื่อที่มีเส้นเลือดไปเลี้ยงมาก ที่สำคัญได้แก่ หัวใจ ตับ สมอง และจะไปสะสมในบริเวณที่ไขมันเป็นองค์ประกอบอยู่มาก (Fishbein, 1985) ที่สำคัญได้แก่ บริเวณสมอง พบว่า เนื้อเยื่อที่มีไขมันเป็นองค์ประกอบอยู่มากจะมีความเข้มข้นของโทลูอีนสูงกว่าในเลือดถึง 80 เท่า (Cohr and Stokholm, 1979) โดยทั่วไปโทลูอีนจะถูกขับถ่ายออกจากร่างกาย 2 ลักษณะคือ ขับถ่ายในรูปเดิมเป็นโทลูอีนทางลมหายใจออกประมาณร้อยละ 16-18 และทางปัสสาวะประมาณร้อยละ 0.06 ของโทลูอีนที่ร่างกายดูดซึมไว้ ส่วนที่เหลือจะถูกขับถ่ายในรูปเมตะบอไลท์ (metabolite) กลายเป็นกรดฮิพพิวริค (hippuric acid) และถูกขับออกทางปัสสาวะ โดยการขับออกจะเสร็จสมบูรณ์หลังได้รับโทลูอีน 16 ชั่วโมง (Stewart and Stolman, 1960 ; Browning, 1965) ด้วยเหตุนี้เราจึงสามารถใช้ระดับโทลูอีนในเลือดหรือกรดฮิพพิวริคในปัสสาวะเป็นตัวบ่งชี้ทางชีวภาพถึงการได้รับโทลูอีนเข้าสู่ร่างกายได้ (biological index of toluene exposure) ผู้ที่ทำงานสัมผัสกับโทลูอีนจะได้รับพิษของโทลูอีนซึ่งมีทั้งพิษเฉียบพลันและพิษเรื้อรัง ผู้ที่ได้รับพิษเฉียบพลันจะมีอาการปวดศีรษะ คลื่นไส้อาเจียน แน่นหน้าอก เดินโซเซ ตาพร่า ตัวสั่นกระตุก หายใจตื้นแต่เร็ว หัวใจเต้นไม่สม่ำเสมอ อัมพาต หมดสติ ไตและตับถูกทำลาย ส่วนผู้ที่ได้รับพิษเรื้อรังจะมีอาการปวดศีรษะ เบื่ออาหาร เซื่องซึม ตกใจง่าย อ่อนเพลีย โลหิตจาง ความสมดุลย์ของเกลือแร่ผิดปกติ ระบบทางเดินหายใจช่วงต้นอักเสบ สมองส่วนซีรีเบลลั่มเสื่อม ไตและตับถูกทำลายอย่างถาวร (Knox and Nelson, 1966)

อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา เป็นเมืองศูนย์กลางความเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ มีอุตสาหกรรมเกิดขึ้นมากมาย อุตสาหกรรมหนึ่งที่สำคัญคือ อุตสาหกรรมผลิตเฟอร์นิเจอร์ไม้ยางพารา ในอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา มีโรงงานผลิตเฟอร์นิเจอร์ไม้ยางพาราทั้งหมด 8 แห่ง ดังแสดงในตาราง 1 ทั้งนี้เนื่องจากภาคใต้ของประเทศไทยนิยมปลูกไม้ยางพารากันมาก ต้นยางพาราที่ไม่สามารถให้น้ำยางได้แล้วก็จะถูกนำมาใช้ในการผลิตเฟอร์นิเจอร์ไม้ยางพารา ซึ่งขั้นตอนในการผลิตเฟอร์นิเจอร์ไม้ยางพารามีการพ่นสีและเคลือบสีไม้ โทลูอีนเป็นสารเคมีตัวหนึ่งที่เป็นส่วนผสมในสีและทินเนอร์ที่ใช้ในขั้นตอนดังกล่าว คนงานที่ทำงานในโรงงาน

ผลิตเฟอร์นิเจอร์ไม้ยางพาราจึงอาจได้รับโทลูอีนโดยการหายใจหรือการดูดซึมทางผิวหนังในเวลาปฏิบัติงานได้ ปริมาณการได้รับโทลูอีนของคนงานสามารถศึกษาได้จากปริมาณของกรดฮิพพิวริคที่ขับออกมากับปัสสาวะ เนื่องจากกรดฮิพพิวริคเป็นเมตะบอไลท์ซึ่งเกิดจากเมตะบอลิซึม (metabolism) ของโทลูอีนจากขบวนการอ๊อกซิเดชั่น (oxidation) และ คอนจูเกชั่น (conjugation) ก่อนที่จะถูกขับออกมาจากร่างกาย ดังนั้นการศึกษาวิจัยเรื่องปริมาณกรดฮิพพิวริคในปัสสาวะของคนงานโรงงานผลิตเฟอร์นิเจอร์ไม้ยางพาราสามารถใช้เป็นแนวทางวางแผนการปฏิบัติงานของการเฝ้าระวังทางอาชีวอนามัยเกี่ยวกับสารเคมีชนิดนี้ได้

ตาราง 1 ชื่อโรงงานและจำนวนคนงานทั้งหมดในโรงงานผลิตเฟอร์นิเจอร์ไม้ยางพารา ในอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

ชื่อโรงงาน	จำนวนคนงานทั้งหมด (คน)	
	ชาย	หญิง
1. เซ้าเทอร์นพาราวูด จำกัด	68	-
2. สยามวู้ด จำกัด	76	171
3. เอ พี วู้ด จำกัด	20	44
4. เอ พีเอสวูดโปรดักส์ จำกัด	114	189
5. ทาแมค จำกัด	35	77
6. เซ้าเทอร์นครอสเฟอร์นิเจอร์ จำกัด	20	166
7. ซีดี เฟอร์นิชิ่ง จำกัด	10	50
8. เอส ที เอ เฟอร์นิเจอร์กรุ๊ป จำกัด	189	160

ที่มา : ทำเนียบโรงงานอุตสาหกรรมจังหวัดสงขลา, 2539

การตรวจเอกสาร

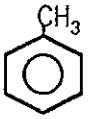
1. สารโทลูอีน

1.1 การจำแนกสารและคุณสมบัติของสารโทลูอีน (Identification and Properties) (WHO, 1985)

1.1.1 การจำแนกสาร (identification) โทลูอีนเป็นสารพวก อะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน ที่เป็นของเหลวใส ไม่มีสี ไม่มีฤทธิ์กัดกร่อน มีกลิ่นหอมฉุนเล็กน้อยคล้ายกลิ่นของเบนซีน แต่เป็นพิษเฉียบพลันกว่าเบนซีน ระเหยง่ายและไวไฟ มีคุณสมบัติเป็นตัวทำละลายที่ดีโดยมี

สูตรโมเลกุล (molecular formular) : $C_6H_5CH_3$

น้ำหนักโมเลกุล (molecular weight) : 92.13

สูตรโครงสร้าง (structure formular) 

ชื่อทางเคมี (CAS chemical name) : phenylmethane

ชื่อเหมือน (common synonyms) : methylbenzene

ชื่อการค้า (common trade name) : methacide, methylbenzol หรือ toluol

1.1.2 คุณสมบัติทางกายภาพและเคมี (Physical and Chemical Properties) โทลูอีน เป็นของเหลวระเหยง่าย ไวไฟ และระเบิดได้ คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมี มีดังนี้

จุดหลอมละลาย (melting point) : -95 ^{0}C

จุดวาบไฟ (flash point) : 6-10 ^{0}C

ความหนาแน่น (density) g/ml , 20 ^{0}C : 0.8669

จุดเดือด (boiling point) : 110.4 ^{0}C

ความหนาแน่นไอ (vapor density) : 3.20

ความดันไอ (vapor pressure) 25 ^{0}C : 28.7 mm/Hg

อุณหภูมิที่ติดไฟเอง (autoignition temperature) : 552 ^{0}C

การละลาย (solubility) : ละลายน้ำได้น้อยมาก ละลายได้ดีใน alcohol, chloroform, ether, acetone, glacial acetic acid, carbon disulfide

การละลายในน้ำจืด (25 ^{0}C) : 535 mg/l

การละลายในน้ำทะเล (25^0C) : 380 mg/l

ความอิ่มตัวในอากาศ (25^0C) : 112 g/m^3

อัตราการระเหย : 2.24 (butyl acetate = 1)

1.2 การผลิตและการค้า (Production and Trade)

โทลูอีนเป็นสารเคมีที่มีปริมาณการใช้ทั่วโลกประมาณ 0.5-1×10^7 ตันต่อปี รูปแบบที่นิยมใช้คือ mixture form และ isolate form สำหรับ mixture form ใช้เป็นส่วนประกอบของน้ำมันเชื้อเพลิง ส่วน isolate form ใช้เป็นสารละลายในการผลิตสารเคมีตัวอื่นและเป็นส่วนผสมในการผลิตเครื่องสำอาง สารโทลูอีนที่ใช้ในประเทศส่วนใหญ่ได้จากการนำเข้าจากต่างประเทศ ได้แก่ ประเทศญี่ปุ่น สิงคโปร์ ไต้หวัน สหพันธ์สาธารณรัฐเยอรมัน สหราชอาณาจักร สหรัฐอเมริกา สาธารณรัฐประชาชนจีน เนเธอร์แลนด์ อิตาลี ออสเตรเลีย ฮ่องกง ปากีสถาน สวิสเซอร์แลนด์และเบลเยี่ยม ซึ่งมีปริมาณการนำเข้าในแต่ละปี ปี 2521-2527 ดังแสดงในตาราง 2

ตาราง 2 สถิติการนำเข้าสารโทลูอีน ระหว่างปี พ.ศ.2521-2527

ปี พ.ศ.	ปริมาณการนำเข้า (กิโลกรัม)	มูลค่า (บาท)
2521	14,852,362	58,873,670
2522	20,475,957	146,452,248
2523	11,579,483	116,153,099
2524	17,724,422	198,263,255
2525	15,724,422	160,019,928
2526	23,201,484	217,748,684
2527	21,005,950	291,184,461

ที่มา : บริษัท ยูไนเต็ด แอนนาลิสต์ เอ็นจิเนียริ่ง คอนซัลแตนท์ จำกัด, 2539 : 3-13

ตาราง 3 ปริมาณการผลิตโทลูอีน (ตัน) ในประเทศต่างๆ

สถานที่	ปริมาณการผลิตโทลูอีน (ตัน)		
	พ.ศ. 2522	พ.ศ. 2523	พ.ศ. 2524
แอฟริกา	-	-	43
แคนาดา	94.1	-	-
ยุโรป	1179	913	1666
อิสราเอล	-	-	63
ญี่ปุ่น	9.62	-	>2193
โอซีเนีย	-	-	46
อเมริกาใต้	-	-	382
ไทย	21	-	16
สหรัฐอเมริกา	3273	5104	6234
สหภาพโซเวียต	-	-	>1179

ที่มา : WHO, 1985 : 27

1.3 กรรมวิธีการผลิต (Production Process) (WHO, 1985)

ในช่วงหลังศตวรรษที่ 19 แหล่งในการผลิตโทลูอีนได้จากผลพลอยได้ (by- product) ของอุตสาหกรรมถ่านหิน หลังสงครามโลกครั้งที่สองการผลิตโทลูอีนจากอุตสาหกรรมปิโตรเลียมได้มีจำนวนเพิ่มขึ้น ทำให้การผลิตจากถ่านหินและโค้กมีปริมาณลดลง

ในปัจจุบันการผลิตโทลูอีนแบ่งได้ 3 วิธีด้วยกัน คือ

1. จากขบวนการกลั่นปิโตรเลียม มีจำนวนถึง 87% ของการผลิตโทลูอีน

2. จากการแยกตัวของขบวนการไพโรไลซีสของน้ำมันเชื้อเพลิง (pyrolysis gasoline) ในการผลิตเอทิลลีน โพรไพลีน (ethylene propylene) ซึ่งมีปริมาณ 9% ของการผลิตโทลูอีน

3. จากผลพลอยได้ของอุตสาหกรรมอื่นๆ ประมาณ 4% ของการผลิตโทลูอีน

1.4 ประโยชน์ (Uses) (สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2530)

โทลูอีนเป็นสารตัวกลางและสารละลายที่สำคัญ ซึ่งใช้เป็นสารในอุตสาหกรรมต่างๆ ดังนี้

1.4.1 ใช้เป็นสารทำละลายในอุตสาหกรรมยางธรรมชาติ ยางสังเคราะห์ ยา เคมี และพลาสติก

1.4.2 ใช้เป็นวัตถุดิบตั้งต้นและเป็นตัวกลาง (intermediate) ในอุตสาหกรรมอินทรีย์เคมี และอุตสาหกรรมการสังเคราะห์เคมี เช่น ผลิตฟีนอล (phenol) ผลิตกรดเบนโซอิค (benzoic acid) ผลิตโทลูอีนไดไอโซไซยาเนท (toluene -2,4-diisocyanate) ผลิตหัวน้ำหอม ผลิตสารประกอบทางเคมีอื่นๆ

1.4.3 ใช้ในอุตสาหกรรมหนังเทียม เส้นใย การเคลือบกระดาษ และหมึกพิมพ์

1.4.4 ใช้เป็นองค์ประกอบในสูตรผสมน้ำมันเชื้อเพลิงสำหรับเครื่องยนต์ เช่น สำหรับเครื่องบิน สำหรับรถยนต์บางชนิด ใช้ผลิตเบนซิน

1.4.5 ใช้เป็นทินเนอร์ในสี แลคเกอร์ และน้ำมันชักเงา

1.4.6 ใช้เป็นสารขจัด หรือล้างสี (paint remover)

1.5 การเข้าสู่สิ่งแวดล้อม (Pathway into the Environment) (WHO, 1985)

พืชบางชนิดเป็นแหล่งปล่อยโทลูอีนออกสู่สิ่งแวดล้อมซึ่งเป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นโดยธรรมชาติ แต่แหล่งสำคัญในการแพร่กระจายสารโทลูอีน ได้แก่ ขบวนการอุตสาหกรรม ซึ่งจะเข้าสู่สิ่งแวดล้อมได้ 3 วิธี ดังนี้

1.5.1 จากกระบวนการผลิตโทลูอีนหรือระเหยระหว่างการเก็บจะสูญเสียเข้าสู่สิ่งแวดล้อมประมาณร้อยละ 2

1.5.2 เมื่อใช้โทลูอีนเป็นตัวทำลาย โทลูอีนจะระเหยเข้าสู่บรรยากาศประมาณร้อยละ 34

1.5.3 จากการเปลี่ยนแปลงสาร เช่น การระเหยออกจากสถานีบริการเติมน้ำมันควัน ละอองจากยานพาหนะ การหกรด และควันบุหรี่ ประมาณร้อยละ 64

โทลูอีนจะแพร่กระจายอยู่ในบรรยากาศ บางที่อาจปนเปื้อนออกมากับน้ำทิ้งปะปนอยู่ในแหล่งน้ำ บางส่วนตกค้างในดินและบางส่วนจะสะสมอยู่ในห่วงโซ่อาหาร

1.6 ปริมาณความเข้มข้นที่พบในสิ่งแวดล้อม (Concentration) (WHO, 1985)

การแพร่กระจายของโทลูอีนในสิ่งแวดล้อมและในตัวกลางต่างๆที่ความเข้มข้นต่างๆ ดังนี้

1.6.1 อากาศ

ปริมาณโทลูอีนที่เข้าสู่สิ่งแวดล้อมมากที่สุดคือ การเข้าสู่บรรยากาศเนื่องจากเป็นสารที่ระเหยและเปลี่ยนรูปได้โดยง่าย (half- life ประมาณ 12.8 ชั่วโมง) (US EPA,1980) จึงอยู่ในบรรยากาศไม่นานพอที่จะกำจัดออกด้วยเครื่องกล เช่น การตกตะกอน (precipitation) ในน้ำฝนตรวจพบโทลูอีนในปริมาณ 0.13-0.7 ไมโครกรัมต่อลิตร (Lahmann *et al.*, 1977) ช่วงชีวิต (life time) ของโทลูอีนเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล เช่น ฤดูร้อนมีค่าชีวิต 4 วัน แต่มีช่วงชีวิตประมาณ 1 เดือนในฤดูหนาว ปริมาณความเข้มข้นของโทลูอีนในบรรยากาศซึ่งตรวจในเขตต่างๆในโลก มีค่าเฉลี่ยประมาณ 0-0.75 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (Rasmussen and Khalil, 1983)

1.6.2 น้ำ

ในปี 1978 ได้มีการตรวจพบโทลูอีนในบ่อน้ำในประเทศสหรัฐอเมริกา พบว่าประมาณร้อยละ 85 ของบ่อน้ำ 39 บ่อ ตรวจพบโทลูอีนที่ความเข้มข้นระหว่าง 0.005-0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร (US EPA, 1980) นอกจากนี้ยังได้มีการตรวจพบโทลูอีนในแหล่งน้ำดิบและน้ำที่ผ่านการใช้แล้วในชุมชนหลายแห่งของสหรัฐอเมริกาซึ่งมีการสังเกตว่าคลอรีนที่เติมลงไปในน้ำเสียสามารถจับกับโทลูอีนได้แต่ก็ยังไม่มีการยืนยันจากห้องปฏิบัติการ (US EPA, 1980)

1.6.3 ดิน

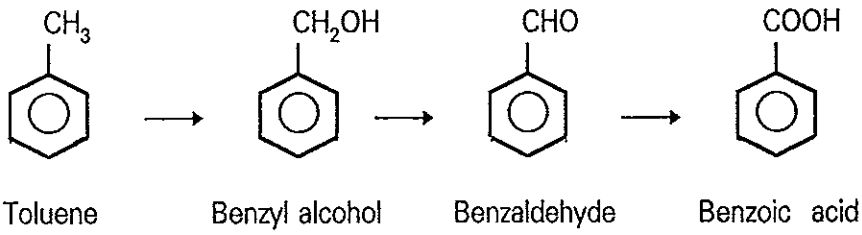
โทลูอีนที่ตกค้างในดินจะเป็นแหล่งสำคัญที่จะเกิดปฏิกิริยาเคมีและถูกย่อยสลายเปลี่ยนรูปและกลับเข้าสู่อากาศและแหล่งน้ำ นอกจากนี้โทลูอีนสามารถผ่านชั้นทรายได้ง่ายและอาจปนเปื้อนกับแหล่งน้ำใต้ดินซึ่งอาจมีผลต่อสุขภาพต่อไป

1.6.4 ห่วงโซ่อาหาร

มีการตรวจโทลูอีนในปลาจากการสุ่มตัวอย่างพบว่าประมาณร้อยละ 95 ของปลาที่ตรวจจะพบโทลูอีนในความเข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (US EPA, 1980) นอกจากนั้นได้พบว่าปลาในแหล่งน้ำบริเวณที่มีอุตสาหกรรมปิโตรเคมีในญี่ปุ่นมีโทลูอีนสะสมในปลาด้วย (Ogata and Miyaka, 1978)

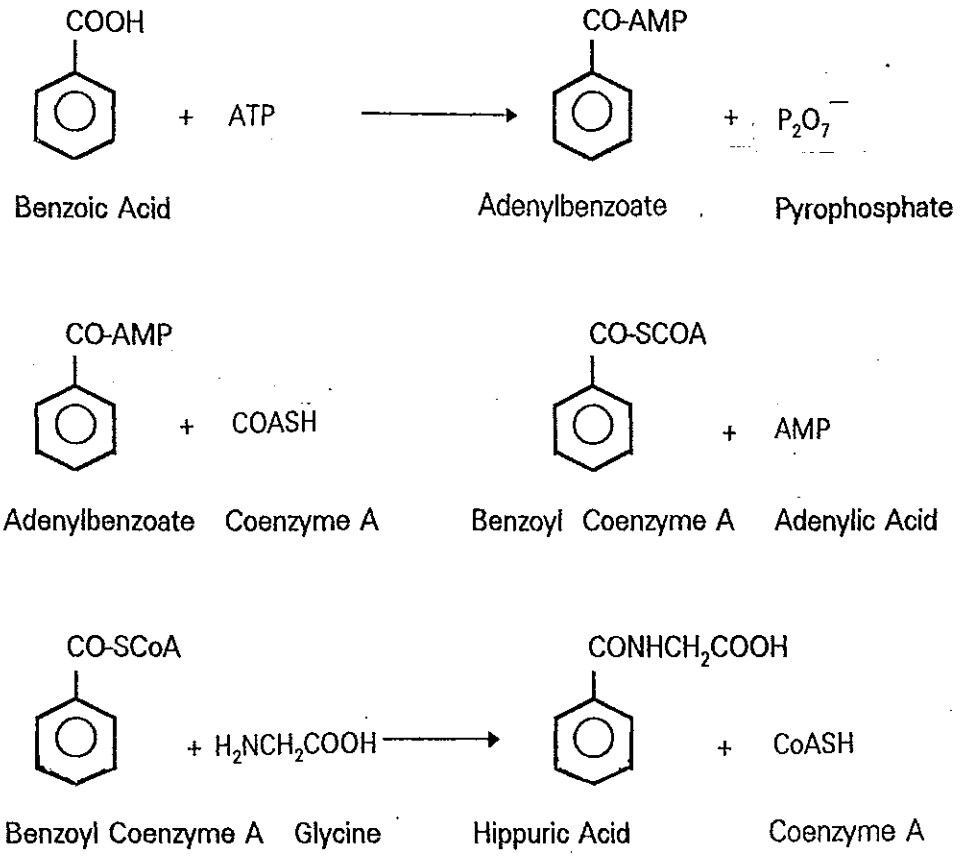
1.7 การดูดซึมและการขับถ่ายสารโทลูอีน (Absorption and Excretion)

โทลูอีนเข้าสู่ร่างกายได้อย่างรวดเร็วโดยการหายใจเอาไอของโทลูอีนเข้าไปหรือเข้าสู่ร่างกายโดยการกินสารละลายโทลูอีน อีกทางหนึ่งที่ร่างกายจะได้รับโทลูอีนคือการซึมผ่านทางผิวหนัง (Gerarde, 1963 ; Browning, 1965) โทลูอีนที่เข้าสู่ร่างกายนี้จะถูกดูดซึมไว้ประมาณร้อยละ 40 ที่เหลืออีกประมาณ ร้อยละ 60 จะออกจากร่างกายทางลมหายใจออก (Gartzke and Weigmenn, 1979) เนื่องจากโทลูอีนสามารถละลายได้ดีในไขมัน ดังนั้นส่วนที่ร่างกายดูดซึมได้นี้ เมื่อเข้าสู่กระแสเลือดแล้วจะถูกนำไปสะสมตามเนื้อเยื่อต่างๆที่มีไขมันเป็นองค์ประกอบอยู่ จนกว่าจะถูกร่างกายขับถ่ายออกไป (Gerarde, 1960) โดยทั่วไปโทลูอีนจะถูกขับถ่ายออกจากร่างกาย 2 ลักษณะคือ ขับถ่ายในรูปเดิมเป็นโทลูอีนทางลมหายใจออกประมาณร้อยละ 16-18 ทางปัสสาวะประมาณ ร้อยละ 0.06 ของโทลูอีนที่ร่างกายดูดซึมไว้ (Stewart and Stolman, 1960 ; Browning, 1965) และส่วนที่เหลือจะถูกขับถ่ายในรูปเมตะบอไลท์โดยเกือบทั้งหมดจะผ่านขบวนการออกซิเดชั่น ได้เป็นกรดเบนโซอิค (Gerarde,1960 ; Browning, 1965 ; Ikeda, 1978) ดังแสดงไว้ในภาพประกอบ 1



ภาพประกอบ 1 ปฏิกิริยาออกซิเดชั่น ของโทลูอีนเป็นกรดเบนโซอิค (Ikeda, 1978)

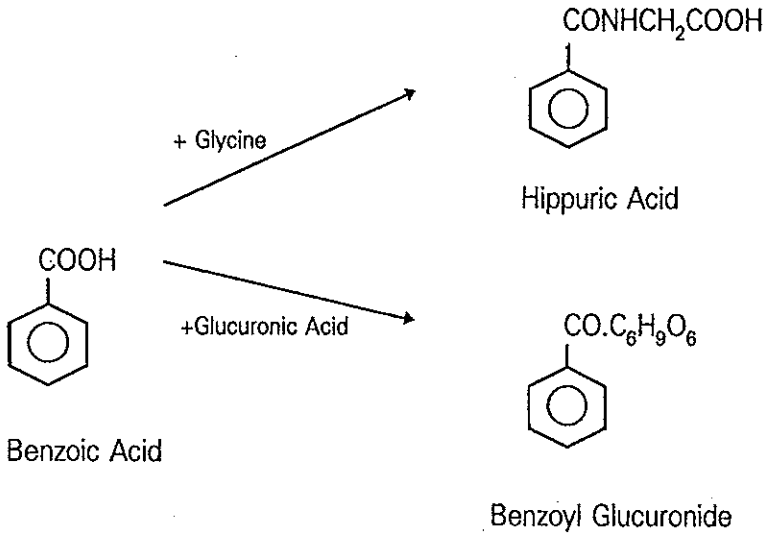
กรดเบนโซอิคเกือบทั้งหมดจะรวมกับกรดอะมิโนไกลซีนที่ตับกลายเป็นกรดฮิพพิวริคดังแสดงไว้ในภาพประกอบ 2 และถูกขับถ่ายออกทางปัสสาวะ (El Masry, Smith and Williams, 1956) ปริมาณกรดฮิพพิวริคในปัสสาวะนี้จะแปรผันตามความเข้มข้นของโทลูอีนที่ร่างกายได้รับ (Ikeda and Ohtsuji, 1969 ; Ogata, Tomukuni and Takatsuka, 1970)



ภาพประกอบ 2 ปฏิกิริยาการรวมตัวของกรดเบนโซอิคกับไกลซีน (Parke, 1968)

ในกรณีที่มีกรดเบนโซอิคปริมาณมากๆจะมีบางส่วนที่ไปรวมกับกรดกลูคูโรนิค (glucuronic acid) เป็นเบนโซอิลกลูคูโรไนด์ (benzoyl glucuronide) ดังภาพประกอบ 3 แล้วถูกขับถ่ายออกทางปัสสาวะ (Stewart and Stolman,1960 ; Parke, 1968) จากการทดลองของ Amsel ในปีค.ศ. 1969 ที่ให้อาสาสมัครชาย กินกรดเบนโซอิค 2 กรัม ในรูปของสารละลายโซเดียมเบนโซอิค กรดเบนโซอิคจำนวนนี้ จะเปลี่ยนเป็นกรดฮิพพิวริคร้อยละ 95 และกรดเบนโซอิลกลูคิวโรไนด์ร้อยละ 1.8 และเมื่อเพิ่มปริมาณกรดเบนโซอิคเป็น 5 กรัม พบว่ามีการขับถ่ายออกมาในรูปของกรดฮิพพิวริคร้อยละ 94 และกรดเบนโซอิลกลูคูโรไนด์ร้อยละ 3.4 (Amsel and Levy,1969) นอกจากปฏิกิริยาออกซิเดชั่น ดังกล่าวข้างต้น โทลูอีนในร่างกายอาจถูกเปลี่ยนเป็นสารประเภทฟีนอล ได้แก่ครีซอล (cresols) และถูกขับออกมาในปัสสาวะ (Hansen, 1982) แต่ปริมาณที่เกิดขึ้นน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับกรดฮิพพิวริค และสำหรับครีซอลที่พบในปัสสาวะนั้นส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของ o-cresol มากกว่า p- และ m-cresol ในปีค.ศ.

1981 Woiwode และ Drysch ได้ทำการทดลองให้อาสาสมัครสูดดมโทลูอีนในระดับ 200 ส่วนต่อล้านส่วน นาน 4 ชั่วโมง แล้ววิเคราะห์หาปริมาณและชนิดของเมตะบอไลท์ของโทลูอีนในปัสสาวะ พบว่าในปัสสาวะ 1 ลิตร มี o-cresol ประมาณ 1 มิลลิกรัม และกรดฮิพพิวริคมากกว่า 4 กรัม (Woiwode and Drysch,1981)



ภาพประกอบ 3 ปฏิกิริยาการรวมตัวของกรดเบนโซอิคกับไกลซีนและกรดกลูคูโรนิค (Parke,1968)

1.8 <u>ความเป็นพิษของโทลูอีน (Toxicity)</u>

1.8.1 ความเป็นพิษเฉียบพลัน (Acute Toxicity)

โทลูอีนเป็นสารที่ทำให้ผู้สูดหายใจเข้าไปเกิดอาการมึนงงและมีความเป็นพิษเฉียบพลันรุนแรงกว่าเบนซีน (benzene) ซึ่งปริมาณความเข้มข้นที่ก่อให้เกิดพิษเฉียบพลันต่อคนแสดงในตาราง 4 ปริมาณความเข้มข้นต่ำสุดที่จะก่อให้เกิดผลต่อผู้สูดหายใจคือ 10-15 ส่วนต่อล้านส่วน (จะได้กลิ่น) ถ้าความเข้มข้นขนาด 100 ส่วนต่อล้านส่วน จะมีผลรบกวนทางด้านจิตใจ (psychotropic effects) และถ้าระดับความเข้มข้น 200 ส่วนต่อล้านส่วน จะมีผลต่อระบบประสาทส่วนกลาง (CNS effect) ส่วนความเป็นพิษแบบเฉียบพลันที่มีต่อสัตว์ แสดงไว้ในตาราง 5

ตาราง 4 ความเป็นพิษแบบเฉียบพลันของโทลูอีน

ปริมาณความเข้มข้น (ส่วนต่อล้านส่วน)	ระยะเวลาที่สัมผัส (ชั่วโมง)	ผลที่เกิดขึ้น (effects)
50-100	-	สังเกตอาการไม่เห็นความแตกต่างหลังการสัมผัส
200	8	เกิดอาการบ้างเล็กน้อยได้แก่ อาการเหนื่อยล้า อ่อนเพลียความคิดสับสน เกิดอาการชาที่ผิวหนัง (Paresthesias) อาการเหนื่อยล้าจะคงอยู่เป็นเวลาหลายชั่วโมงและเกิดอาการนอนไม่หลับ กระวนกระวาย
300	8	เกิดอาการข้างต้นเด่นชัดขึ้น
400	8	เกิดอาการข้างต้นและมีอาการจิตใจฟุ้งซ่าน สับสน
600	3	เกิดอาการมึนงง เหนื่อยและเมื่อยล้ามาก จิตใจฟุ้งซ่าน และ สับสน คลื่นเหียน ปวดศีรษะและเวียนศีรษะ บางรายถึงกับหมดสติ
800	-	เกิดอาการคล้ายคลึงกับอาการที่กล่าวมาแล้วข้างต้นแต่ใช้เวลาสัมผัสน้อยกว่า
>800	-	มีอาการข้างต้นและยังมีอาการอื่นๆ เช่น โลหิตจางและตับโต

ที่มา : สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ 2530 : 5-6

ตาราง 5 ความเป็นพิษแบบเฉียบพลันของโทลูอีนที่มีต่อสัตว์ทดลอง

ชนิดของสัตว์ทดลอง	ดัชนีบอกความเป็นพิษ	ค่าของดัชนี
หนู (Rat)	oral LD_{50}	636 mg/kg
หนู (Rat)	ip LD_{50}	1,332 mg/kg
กระต่าย (Rabbit)	dermal LD_{50}	12,124 mg/kg
หนู (Rat)	inhal LC_{50}	26,700 ppm. ในเวลา 1 ชม.
หนู (Mice)	inhal LC_{50}	400 ppm. ในเวลา 24 ชม.

ที่มา : สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2530 : 6-7

หมายเหตุ oral LD_{50} = ปริมาณสารพิษที่เข้าไปโดยทางปากซึ่งทำให้สัตว์ทดลองตายร้อยละ 50

ip LD_{50} = ปริมาณสารพิษที่เข้าไปโดยการฉีดเข้าช่องท้องซึ่งทำให้สัตว์ทดลองตายร้อยละ 50

dermal LD_{50}= ปริมาณสารพิษที่เข้าไปโดยทางผิวหนังซึ่งทำให้สัตว์ทดลองตายร้อยละ 50

inhal LC_{50} = ปริมาณสารพิษที่เข้าไปโดยการหายใจซึ่งทำให้สัตว์ทดลองตายร้อยละ 50

1.8.2 ความเป็นแบบพิษเรื้อรัง (Chronic Toxicity)

เมื่อได้รับโทลูอีนเป็นเวลานานอาจทำให้เกิดอาการปวดศีรษะ คลื่นไส้ อาเจียน เบื่ออาหาร อ่อนเพลีย ไม่มีแรง ท่าเดินผิดปกติ บุคลิกภาพเปลี่ยนแปลง และความจำเสื่อม บางรายพบว่ามีความผิดปกติของอิเลคโตรไลท์ (electrolyte) จากการศึกษาของ Streicher และคณะ ในผู้ใหญ่ 25 คน ที่สูดดมทินเนอร์พบว่า ในจำนวนนี้มีอาการ neuropsychiatric syndrome อาการทางระบบทางเดินอาหารและกล้ามเนื้อไม่มีแรง 10 คน มีอาการอ่อนแรง ซัดเจนและเดินไม่สะดวก 9 คน และมีอาการอัมพาตบางส่วน 4 คน (พิมลพร เชาวน์ไวพจน์, 2539, อ้างจาก Streicher, *et al.*, 1891) สำหรับความผิดปกติในสมอง มีรายงานว่าคนที่สูดดมกาวเป็นเวลานานๆ มีบางรายงานเกิดการฝ่อตัวของสมองส่วนซีรีเบลลั่ม (cerebellar atrophy)

หรือส่วนซีรีบรัม (cerebral atrophy) (Knox and Nelson, 1966) นอกจากนี้ยังพบว่าการทำงานของประสาทสัมผัสและความรู้สึกลดประสิทธิภาพลง เช่น ประสิทธิภาพของสายตา ประสาทรับความรู้สึก การทรงตัว ความจำ ความคล่องแคล่วของการใช้มือ ความคล่องแคล่วของการพูด และระยะเวลาการตัดสินใจลดลง

1.9 การศึกษาความเป็นพิษเฉพาะเรื่อง (Special Studies of Toluene Toxicity)

1.9.1 ระบบประสาทส่วนกลาง (Central Nervous System)

จากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นโทลูอีนและการทำงานของระบบประสาทส่วนกลางในสัตว์ทดลอง (หนู,แมว) พบว่าทำให้รู้สึกอ่อนเพลีย ไอ จาม ทรงตัวไม่ได้ ชีพจรเต้นเร็วขึ้น หากได้รับโทลูอีนในปริมาณมาก จะทำให้ชักได้ (Winter *et al.*, 1972)

1.9.2 สารสื่อประสาท (Neurotransmitters)

หลังจากหนูทดลองได้รับโทลูอีนเข้าไปจะมีการเปลี่ยนแปลงของสารสื่อประสาททั้งในบางส่วนของสมอง และทั้งสมอง เช่น มีการเพิ่มโดปามีน (dopamine) ในสมองชั้นสตราทัม (stratum) เพิ่มนอร์อะดรีนาลีน (noradrenaline) ในชั้นเมดูลล่า (medulla) และ สมองส่วนกลาง (midbrain) มีผลต่อการเพิ่ม ฟอลลิเคิลสติมูเลติ้งฮอร์โมน (follicle stimulating hormone) (Andersson *et al.*, 1980)

1.9.3 พฤติกรรม (Behavioral Effect)

สัตว์ทดลองที่ได้รับโทลูอีนจะมีพฤติกรรมเปลี่ยนแปลงไป มีความบกพร่องต่อการตอบสนองปฏิกิริยาหลบหลีกบกพร่อง เป็นต้น กระบวนของปฏิกิริยาตอบสนองจะพบเมื่อได้รับโทลูอีนที่ความเข้มข้นสูงๆ (WHO, 1985)

1.9.4 ตับ

จากการทดลองในหนูพบว่าโทลูอีน มีผลต่อระบบชีวเคมี (biochemical) และการเปลี่ยนแปลงรูปและโครงสร้าง (morphological) ในตับของหนู (WHO, 1985)

1.10 ผลต่อสิ่งมีชีวิตในสภาพแวดล้อม

จากข้อมูลต่างๆ พบว่าผลิตภัณฑ์ที่มีโทลูอีนเป็นส่วนประกอบและการใช้โทลูอีนโดยตรงจะไม่เป็นภัยต่อระบบนิเวศน์วิทยาของสัตว์น้ำและสัตว์บก ค่า LC_{50} ของปลาและสัตว์น้ำอยู่ระหว่าง 3.7-1180 มิลลิกรัมต่อลิตร แต่ค่า LD_{50} ของสารอินทรีย์ส่วนใหญ่อยู่ในช่วง 15-30 มิลลิกรัมต่อลิตร ประชากรสัตว์น้ำและแพลงตอนจะถูกยับยั้งการสังเคราะห์แสง

และหายใจที่ความเข้มข้นของโทลูอีน 34 มิลลิกรัมต่อลิตร และโทลูอีนไม่สะสมในปลาและในห่วงโซ่อาหารของสัตว์น้ำ (WHO, 1985)

ความเข้มข้นของโทลูอีนในน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมอยู่ในช่วง 0.010-20 มิลลิกรัมต่อลิตร และจะถูกย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ได้ร้อยละ 63-86 ภายใน 20 วัน จากคุณสมบัติการถูกย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ได้ง่าย และระเหยง่ายจึงคาดว่าโทลูอีนจะมีค่าครึ่งชีวิตสั้นบนผิวดิน สำหรับขบวนการโฟโตไลซีส (photolysis) ของโทลูอีนในบรรยากาศนั้นพบว่าจะรวมตัวกับสารพิษอื่นๆ เช่น ไนตรัสออกไซด์ (nitrous oxide) และโอโซน (ozone) ซึ่งจะช่วยให้เกิดสม็อก (smog)

1.11 <u>การวิเคราะห์ (Analysis)</u> (WHO, 1985)

การวิเคราะห์โทลูอีนในอากาศ น้ำ และดินมีหลายวิธี เช่น แก๊สโครมาโตกราฟี่ (Gas chromatography) วิธีนี้เหมาะกับจำนวนตัวอย่างมากๆ Photoionization และ Flame ionization ซึ่งนิยมใช้ตรวจวัด volatile hydrocarbon เป็นต้น สำหรับข้อจำกัดในการวิเคราะห์ขึ้นอยู่กับการเตรียมและเก็บตัวอย่าง

1.11.1 การเก็บตัวอย่างจากอากาศใช้ภาชนะแก้วหรือ Aluminized plastic bag หรือ Tedler bags หากมีความเข้มข้นของโทลูอีนน้อยจะใช้วัสดุช่วยเพิ่มพื้นที่ดูดซับ เช่น ผงถ่าน ส่วนควันบุหรี่ต้องใช้วิธีการพิเศษในการเก็บตัวอย่างและวิเคราะห์โดย Gas chromatography

1.11.2 การวิเคราะห์ตัวอย่างจากน้ำ ใช้วิธี purge and trap (นิยมใช้สำหรับวิเคราะห์น้ำดื่ม น้ำเสียและน้ำฝน) วิธี head space gas chromatography สามารถวัดละเอียดได้ถึง 0.1-1.0 ไมโครกรัมต่อลิตร ส่วนวิธี sorption on solid sorpbents นิยมใช้กันน้อย

1.11.3 การวิเคราะห์ตัวอย่างจากดินและตะกอนซึ่งมีโทลูอีนในปริมาณน้อยใช้วิธี purge and trap การวิเคราะห์ตัวอย่างวิธีนี้สามารถให้ความละเอียดได้ถึง 0.2 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม

1.11.4 การวิเคราะห์ตัวอย่างจากเลือด เนื้อเยื่อ และปัสสาวะใช้วิธี headspace gas chromatograph สามารถวัดละเอียดได้ 10 ไมโครกรัมต่อลิตร และปัจจุบันได้มีการพัฒนาวิธี purge and trap ให้ตรวจวัดได้ละเอียดถึง 7.5 ไมโครกรัมต่อลิตรหรือน้อยกว่า

1.11.5 การเคราะห์ตัวอย่างจากนม ใช้วิธี purge and trap หรือ capillary GC-MS เป็นต้น นอกจากนี้วิธีวิเคราะห์ตัวอย่างจากอาหาร และภาชนะบรรจุอาหาร ใช้วิธี GC-MS

1.12 มาตรฐานของโทลูอีนในสิ่งแวดล้อมของการทำงาน

1.12.1 มาตรฐานการควบคุมในประเทศไทย

ปัจจุบันประเทศไทยมีมาตรฐานความปลอดภัยในการทำงาน (Occupational safety standards) ซึ่งได้กำหนดค่ามาตรฐานปริมาณความเข้มข้นของโทลูอีนในสถานประกอบการ โดยกระทรวงแรงงานและสวัสดิการสังคม ดังนี้

1. ปริมาณความเข้มข้นเฉลี่ยตลอดเวลาทำงานปกติไม่ควรเกิน 200 ส่วนต่อล้านส่วน

2. ปริมาณความเข้มข้นสูงสุดในช่วงเวลาที่จำกัด (10 นาที) ไม่ควรมีความเข้มข้นเกิน 500 ส่วนต่อล้านส่วน

3. ปริมาณความเข้มข้นสูงสุดที่ยอมให้มีได้ 300 ส่วนต่อล้านส่วน

1.12.2 มาตรฐานการควบคุมของต่างประเทศ

National Institute of Safety and Health (NIOSH) ได้แนะนำว่า ปริมาณความเข้มข้นของโทลูอีนในบรรยากาศการทำงานสำหรับคนงานที่ทำงาน 8 ชั่วโมงต่อวัน หรือ 40-42 ชั่วโมงต่อ 1 สัปดาห์ ให้มีความเข้มข้นเฉลี่ยตลอดช่วงระยะเวลาการทำงาน (time weighted average) ไม่เกิน 100 ส่วนต่อล้านส่วน และอนุญาตให้มีค่ามากที่สุด (maximum atmospheric concentration) 200 ส่วนต่อล้านส่วน เมื่อเก็บตัวอย่างนาน 10 นาที

NIOSH ได้แนะนำไว้ว่าค่า maximum atmospheric concentration ของกรดฮิพพิวริคในปัสสาวะ มีค่าต่ำกว่า 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

ค่ามาตรฐานปริมาณความเข้มข้นของโทลูอีนในสถานประกอบการที่กำหนดโดยประเทศต่างๆ แสดงไว้ในตาราง 6

ตาราง 6 ค่ามาตรฐานปริมาณความเข้มข้นของโทลูอีนในสถานประกอบการ (มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)

ประเทศ/หน่วยงาน	TWA	STEL
ออสเตรเลีย	377	565
เบลเยี่ยม	377	565
สวิสเซอร์แลนด์	380	1,900
รัสเซีย	-	50
เชคโกสโลวาเกีย	200	1,000
เยอรมัน	380	-
เดนมาร์ค	190	-
ฟินแลนด์	375	565
ฝรั่งเศส	375	560
อังกฤษ	188	560
ฮังการี	100	300
อิสราเอล	377	565
ญี่ปุ่น	380	-
โปแลนด์	100	-
สาธารณรัฐประชาชนจีน	100	-
สวีเดน	200	400
สหรัฐอเมริกา (ACGIH)	375	560
สหรัฐอเมริกา (NIOSH/OSHA)	750	-
สหรัฐอเมริกา (แคลิเฟอร์เนีย)	375	560

ที่มา : บริษัท ยูไนเต็ด แอนนาลิสต์ เอ็นจิเนียริ่ง คอนซัลแตนท์ จำกัด, 2539 : 4-14

หมายเหตุ

TWA = time weighted average ค่าปริมาณความเข้มข้นเฉลี่ยตลอดระยะเวลาทำงานปกติ 8 ชั่วโมงต่อวัน

STEL = short term exposure Limit ค่าปริมาณความเข้มข้นสูงสุดในช่วงเวลาจำกัดซึ่งปกติในเวลา 15 นาที และไม่ควรเกิดขึ้นมากกว่า 4 ครั้งใน 1 วัน

2. การพ่นเคลือบสีชิ้นงาน

การทาพ่นสีวัสดุต่างๆ มีอยู่ด้วยกันหลายวิธีขึ้นอยู่กับชนิดและลักษณะของชิ้นงาน ความต้องการคุณภาพของผลิตภัณฑ์และระดับงานพ่นสีนั้นๆ เป็นต้น การดำเนินการอาจทำโดยการใช้แปรงหรือใช้ลูกกลิ้ง เช่น การทาสีบ้าน เรือ หรือชิ้นงานเล็กๆบางอย่าง การจุ่มแช่ชิ้นงานลงไปในเนื้อสีที่เตรียมไว้โดยใช้กลไกที่ช่วยในการจุ่มและควบคุมในการเคลือบสี การฉีดพ่นสี ซึ่งอาจจะใช้เครื่องฉีดพ่นที่ควบคู่การทำงานโดยช่างหรือในระบบอัตโนมัติอาจจะมีการอัดอากาศดันเนื้อสีเกิดเป็นละอองจับทั่วผิวชิ้นงาน หรือฉีดพ่นผ่านหัว (nozzle) ที่มีความดันสูงซึ่งไม่ต้องใช้อากาศช่วย การฉีดพ่นสีโดยใช้ระบบไฟฟ้าสถิตย์ผ่านประจุไปยังหยดสี ซึ่งต้องใช้แหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรงต่อกับอุปกรณ์ฉีดพ่นและชิ้นงาน นอกจากนี้ยังมีการพ่นเคลือบสีโดยการเคลือบชุบแบบอิเลคโตรโค้ทติ้ง (electrocoating) เป็นต้น

สีที่ใช้ในการพ่นเคลือบชิ้นงานต่างๆมักประกอบไปด้วยส่วนประกอบใหญ่ๆ 2 ส่วน คือส่วนที่ระเหยได้ซึ่งเป็นองค์ประกอบของสีที่จะเกิดจากการระเหยกลายเป็นไอ เช่น ทินเนอร์ หรือตัวทำละลายอื่นๆจะช่วยให้องค์ประกอบอื่นๆของสีง่ายต่อการใช้งาน เช่น มีความหนืดน้อยลง ส่วนนี้ต้องสามารถละลายองค์ประกอบอีกส่วนหนึ่งคือ ส่วนที่ก่อตัวเป็นแผ่นฟิลม์แข็งแห้งเกาะติดและเคลือบชิ้นงานอยู่ไม่ระเหยออกจากชิ้นงานเกิดจาก binder ในรงควัตถุซึ่งเป็นตัวกลางในการนำรงควัตถุเกาะติดผิวชิ้นงานและเกิดเป็นฟิลม์รงควัตถุเป็นส่วนที่ให้สีสันเกิดความทึบปกคลุมและป้องกันตัว binder ต่างๆ

2.1 <u>ชนิดของสีพ่นเคลือบชิ้นงาน</u>

สีที่ใช้พ่นเคลือบชิ้นงานและวัสดุต่างๆมีอยู่หลายประเภทขึ้นอยู่กับชนิดของผลิตภัณฑ์และวัตถุประสงค์ในการใช้งาน ดังนี้

2.1.1 สีอีนาเมล (enamel) ใช้สำหรับงานพ่นสีที่ต้องการความเงางามและความทนทาน ไม่ต้องการทาหลายครั้งแต่ต้องใช้เวลาในการให้สีแห้งนานพอสมควร ซึ่งขั้นตอนการแห้งและปรับสภาพของสีมี 2 ขั้นตอนคือ ขั้นแรก ตัวทำละลายหรือสารที่ลดรูปออกซิเจน (oxygen) จะระเหยออกจากเนื้อสี ต่อมาสีที่เหลืออยู่จะเกิดการเพิ่มรูปออกซิเจนโดยการดูดซับออกซิเจนในอากาศเข้าไปในเนื้อสีทำให้เกิดการแข็งตัวเป็นฟิลม์เกาะติดและเคลือบชิ้นงานเมื่อใช้งานมากขึ้นออกซิเจนในอากาศจะทำปฏิกิริยากับฟิลม์สีทำให้สีจางลงไปได้เช่นกัน

2.1.2 สีแลคเกอร์ (lacquer) จะมีส่วนผสมของไนโตรเซลลูโลสทำให้สีแห้งเร็ว ใช้งานได้ง่ายสีผิวทนทานสวยงาม แต่ถ้าต้องการให้เงางามเท่าสีอีนาเมลจะต้องทาหลายครั้งและต้องทาเคลือบผิวคลุมในชั้นสุดท้าย

2.1.3 อะคริลิค (acrylic) เป็นโพลิเมอร์สังเคราะห์ที่มักจะเติมลงไปในสีแลคเกอร์และสีอีนาเมลกลายเป็นอะคริลิคแลคเกอร์หรืออะคริลิคอีนาเมล ลักษณะการแห้งมีการระเหยตัวของตัวทำละลาย การใช้ตัวทำละลายเฉพาะบางตัวจะช่วยลดรูปออกซิเจนในอะคริลิคที่เติมในเนื้อสีได้ สำหรับสีพวกนี้มักจะต้องมีการเตรียมผิวชิ้นงาน เช่น การขัดให้ผิวเรียบจึงจะเงางามและติดทนนาน

2.1.4 อะคริลิคแลคเกอร์ (acrylic lacquer) เป็นสีที่แห้งโดยการระเหยของตัวทำละลายโดยใช้ตัวทำละลายเฉพาะบางตัวเป็นตัวลดรูปออกซิเจนสารอะคริลิค เป็นสีที่นิยมมากกว่าสีแลคเกอร์ธรรมดา เพราะว่าอายุการใช้งานทนทานกว่า สีชนิดนี้ทาทับได้ 6-7 ครั้ง ขณะที่สีแลคเกอร์ทาได้ 4-5 ครั้ง สีแลคเกอร์บางชนิดสามารถทาได้ทั้งผสมและขัดผิวได้ภายใน 2-4 ชั่วโมง แต่สีอะคริลิคแลคเกอร์ จะมีตัวทำละลายมากกว่า ดังนั้นจึงแห้งช้าอาจต้องรอให้แห้งค้างคืนก่อนที่จะทับหรือผสม จึงจะได้ชิ้นงานที่เงางามมาก

2.2 <u>การพ่นสี</u>

การทำการพ่นสีมักกระทำในห้องพ่นสีโดยเฉพาะ มีวัตถุประสงค์เพื่อป้องกันมิให้ฝุ่นเกาะติดผิวชิ้นงานหรือยุ่งเกี่ยวกับการปฏิบัติการอื่นๆในขณะที่สียังไม่แห้ง มักเป็นห้องที่ปิดโดยรอบและแยกจากส่วนอื่นเป็นโครงสร้างที่สามารถป้องกันอันตรายจากไฟ วัสดุที่ใช้ในการผลิตสีเพื่อฉีดพ่นและไอระเหยที่เกิดขึ้นมักจะติดไฟได้ดีการปฏิบัติการในห้องที่โล่งอาจจะก่อให้เกิดการลุกไหม้ได้ง่าย มีระบบระบายอากาศเพื่อควบคุมอากาศเสียที่เกิดจากการฉีดพ่นสีมากเกินไป รวมทั้งไอระเหยที่เกิดขึ้นในการทำงาน มักจะติดตั้งพัดลมระบายอากาศ

ฝ่ายหอสมุด
คุณหญิงหลง อรรถกระวีสุนทร

และตัวกรองอากาศเพื่อดูดระบายกลิ่นและไอระเหย เป็นการลดอันตรายที่เกิดจากการลุกติดไฟ ทำให้สภาวะบรรยากาศในห้องทำงานดี อากาศสะอาด ลดอาการเจ็บป่วยจากการสูดหายใจเอาฝุ่นหรือไอระเหยที่เป็นพิษภัยเข้าสู่ร่างกาย ห้องพ่นสีที่เหมาะสมนอกจากจะช่วยให้สุขภาพผู้ปฏิบัติงานดีแล้วยังช่วยทำให้คุณภาพของชิ้นงานและการปฏิบัติงานพ่นสีมีคุณภาพ ห้องพ่นสีอาจจะแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด คือ

1. แบบ ชนิดแห้ง (dry type) อากาศที่มีมลสารปนเปื้อนจะถูกระบายผ่านแผ่นกั้นหรือตัวกลาง เช่น ระบบกรองอากาศก่อนปล่อยออกสู่ภายนอก

2. แบบ ชนิดเปียก (water type) อากาศที่มีฝุ่นละอองและไอระเหยจากการฉีดพ่นสีส่วนเกินหรือจากการปฏิบัติงานจะถูกระบบผ่านม่านน้ำและแผ่นกั้นเพื่อแยกมลสารออก

3. กรดฮิพพิวริค

กรดฮิพพิวริคเป็นเมตะบอไลท์ที่เกิดจากการสัมผัสสารโทลูอีน นอกจากนี้ในปัสสาวะของคนปกติจะมีกรดฮิพพิวริคเป็นส่วนประกอบอยู่ ปริมาณของกรดฮิพพิวริคที่ขับออกมากับปัสสาวะในคนปกติทั่วไป จะขึ้นอยู่กับแต่ละบุคคล และอาหารที่รับประทาน ซึ่งมีรายงานการศึกษาเกี่ยวกับปริมาณกรดฮิพพิวริคที่ขับออกมากับปัสสาวะในคนปกติทั่วไป ประมาณ 0.7 กรัมต่อวัน

3.1 ปัจจัยที่มีผลต่อการเพิ่มปริมาณความเข้มข้นของกรดฮิพพิวริคในปัสสาวะ

- การบริโภคผักและผลไม้ โดยเฉพาะอย่าง เช่น แคร็นเบอรี (cranberries), ลูกพลับแห้ง (prunes), ลูกพลัม (plums) และเมล็ดกาแฟ (coffee beans) ที่มีกรดเบนโซอิค (Pagnotto and Lieberman, 1967)

- ยาแก้ปวดบางชนิดที่มีส่วนผสมของกรดอะซิทิลซาลิไซลิค (Acetyl salicylic acid) เช่น แอสไพริน (aspirin) เนื่องจากมีโครงสร้างทางเคมีคล้ายกับกรดฮิพพิวริค

- อาหารและเครื่องดื่มที่มีสารกันบูด (Anti microbial agent) จำพวกโซเดียมเบนโซเอท เช่น เครื่องดื่มชนิดไม่มีแอลกอฮอล์ (soft drinks), น้ำผลไม้ (juices), ซอสถั่วเหลือง (soy sauce) (Vilinueva., *et al*, 1994)

3.2 การวิเคราะห์กรดฮิพพิวริค

วิธีการวิเคราะห์กรดฮิพพิวริคในปัสสาวะมี 6 วิธีดังนี้

1 Crystallization-gravimetry วิธีนี้เป็นวิธีที่เก่าที่สุด

2 Crystallization-titration วิธีนี้เป็นวิธีที่ไม่เหมาะสำหรับการวิเคราะห์กรดฮิพพิวริคในปัสสาวะจากคนงานที่สัมผัสกับสารโทลูอีนในปริมาณน้อยๆ

3 Spectrometry

4 Radioactivity

5 Colorimetry

6 Chromatography วิธีนี้ใช้สำหรับแยกกรดฮิพพิวริคจาก m-และp-toluic acid ซึ่งให้สีเหมือนกัน และวิธีนี้ยังวิธีเฉพาะอีกเช่น Paper chromatography (PG), Ion-exchange chromatography (IEC), Gel chromatography, Thin-layer chromatography (TLC), Gas chromatography (GC) และ High-performance liquid chromatography (HPLC)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Wilson (1943) ได้รายงานเกี่ยวกับผลของการสัมผัสโทลูอีนในคนงาน 100 คน จากจำนวนคนงานทั้งหมด 1,000 คน ผลการศึกษาพบว่าความเข้มข้นขนาด 50-200 ส่วนต่อล้านส่วน จะมีอาการ ปวดศีรษะ อิดโรย และเบื่ออาหาร

Pagnotto และ Lieberman (1967) รายงานว่าคนที่ทำงานสัมผัสกับสารโทลูอีน 200 ส่วนต่อล้านส่วน มีปริมาณกรดฮิพพิวริคในปัสสาวะ 7 กรัมต่อลิตร โดยเทียบกับคนปกติที่ไม่สัมผัสกับสารโทลูอีนมีปริมาณกรดฮิพพิวริคในปัสสาวะ 0.8 กรัมต่อลิตร

Ikeda และ Ohtsuji (1969) ได้รายงานการศึกษาความเข้มข้นของสารโทลูอีนในสิ่งแวดล้อมจาก 11 workshops ในโรงพิมพ์ 8 แห่ง มีค่าอยู่ระหว่าง 4-240 ส่วนต่อล้านส่วน และได้ศึกษาปริมาณกรดฮิพพิวริคในคนงานของโรงพิมพ์จำนวน 8 คน ที่ทำงานสัมผัสกับโทลูอีนในบรรยากาศที่มีความเข้มข้น 125 ส่วนต่อล้านส่วน พบว่ามีกรดฮิพพิวริคในปัสสาวะโดยเฉลี่ย 2.84 กรัมต่อลิตร โดยพบในช่วง 2.28-3.54 กรัมต่อลิตรของปัสสาวะ (ความถ่วงจำเพาะของปัสสาวะที่ 1.016)

Ogata, Tomokuni และ Takatsuka (1969) ได้ศึกษาจากอาสาสมัครชายจำนวน 23 คน โดยให้สัมผัสสารโทลูอีน 100, 200 ส่วนต่อล้านส่วน เป็นเวลานาน 3 ชั่วโมง ในตอนเช้า และนาน 4 ชั่วโมง หลังเที่ยง พบว่าปริมาณกรดฮิพพิวริคที่ถูกขับออกมาในปัสสาวะอยู่ในระดับ 2.55±0.55 กรัมต่อลิตร และ 5.99±1.2 กรัมต่อลิตร (ความถ่วงจำเพาะของปัสสาวะที่ 1.024) ตามลำดับ

Wilczok และBienick (1970) ได้ศึกษาปริมาณกรดฮิพพิวริคในคนงานที่สัมผัสกับสารโทลูอีนมีความเข้มข้นไม่เกิน 425 มิลลิกรัม และไม่เกิน 69 ส่วนต่อล้านส่วน ในบรรยากาศ และพบว่าอัตราการขับของกรดฮิพพิวริคในปัสสาวะขึ้นอยู่กับอัตราการขับของปัสสาวะด้วย โดยจะคงที่ที่อัตราการขับของปัสสาวะเท่ากับ 30 มิลลิกรัมต่อชั่วโมง โดยมีความเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4.3 มิลลิกรัมต่อชั่วโมง

Fomi และ Pacifico (1971) ได้รายงานการศึกษาเบื้องต้นของโรงพิมพ์ที่ใช้สารโทลูอีน ในปี ค.ศ. 1954-1956 วัดความเข้มข้นของสารโทลูอีนในบรรยากาศการทำงานได้ 0-240 ส่วนต่อล้านส่วน ในปีค.ศ. 1957-1965 วัดความเข้มข้นของสารโทลูอีนได้ค่าเฉลี่ย 203 ส่วนต่อล้านส่วน โดยมีค่าพิสัยระหว่าง 140-239 ส่วนต่อล้านส่วน ตรงบริเวณกลางห้องปฏิบัติการ 203 ส่วนต่อล้านส่วน โดยมีค่าพิสัยระหว่าง 56-277 ส่วนต่อล้านส่วน ที่บริเวณใกล้เคียงกับเครื่องพิมพ์ และ 431 ส่วนต่อล้านส่วน โดยมีค่าพิสัยระหว่าง 306-824 ส่วนต่อล้านส่วน ที่บริเวณเครื่องพิมพ์แต่ละเครื่อง

NIOSH (1980) ได้ตีพิมพ์การวิเคราะห์กรดฮิพพิวริค Method No. P α CAM 327 โดยมีค่าพิสัยของสเปกโตรโฟโตมิทริค (spectrophotometric range) ระหว่าง 0.005-0.5 กรัมต่อลิตร ความแม่นยำ (precision) เท่ากับ 0.06

Ogata, *et al.* (1980) ได้พัฒนาการวิเคราะห์กรดฮิพพิวริคโดยวิธี direct colorimetric ได้ค่าระดับกรดฮิพพิวริคในปัสสาวะสูงกว่าประมาณ 2 เท่าของวิธี Chromatographic โดยเฉพาะในปัสสาวะของคนที่ไม่ได้สัมผัสกับโทลูอีน

กองอาชีวอนามัยได้ร่วมมือกับโรงงานยาสูบ กระทรวงการคลัง (2525) ทำการสำรวจสภาพแวดล้อมในการทำงานของโรงพิมพ์ซองบุหรี่เมื่อ 17 ส.ค. 2525 ผลการวิเคราะห์ปริมาณความเข้มข้นของสารโทลูอีนในตัวอย่างอากาศ 14 ตัวอย่าง พบว่ามีปริมาณโทลูอีนในช่วง

เช้า (10.30-11.30น.) มีค่าพิสัยระหว่าง 32-33 ส่วนต่อล้านส่วน และช่วงบ่าย (13.00-14.00น.) มีค่าพิสัยระหว่าง 59-89 ส่วนต่อล้านส่วน

การศึกษาของกองอาชีวอนามัย (2526) พบปริมาณกรดฮิพพิวริคจากพนักงานที่ทำงานสัมผัสกับสารโทลูอีนในโรงพิมพ์ซองบุหรี่ ผลการวิเคราะห์ปริมาณกรดฮิพพิวริคในปัสสาวะของพนักงาน 11 คน มีค่าพิสัยระหว่าง 215.18-5852.90 มิลลิกรัมต่อลิตร

กองอาชีวอนามัย (2526) ศึกษาระดับกรดฮิพพิวริคในปัสสาวะในคนไทยปกติ จำนวน 184 คน อายุระหว่าง 15-16 ปี เป็นผู้หญิง 92 คน ผู้ชาย 92 คน ซึ่งไม่ได้สัมผัสกับสารโทลูอีน พบว่าระดับกรดฮิพพิวริคซึ่งปรับด้วยค่าความถ่วงจำเพาะของปัสสาวะที่ 1.024 แล้ว เท่ากับ 248±215 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร (ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน) และเท่ากับ 118±116 ไมโครกรัมต่อมิลลิกรัมครีเอตินีน

อวยพร บุญมีพิพิธ (2530) ได้ศึกษาความเข้มข้นของโทลูอีนในบรรยากาศตลอดระยะเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมงโดยเฉลี่ยโรงพิมพ์ เอ และโรงพิมพ์บี เท่ากับ 7.43 และ 47.88 ส่วนต่อล้านส่วน ตามลำดับ ซึ่งปริมาณความเข้มข้นของโทลูอีนในบรรยากาศของโรงพิมพ์ทั้งสองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p< 0.05$) อาการตอบสนองของคนงานจากการสัมผัสโทลูอีนพบว่าระดับความเข้มข้นของกรดฮิพพิวริคในปัสสาวะของคนงานซึ่งปรับค่าความถ่วงจำเพาะของปัสสาวะที่ 1.024 แล้ว โดยเฉลี่ยโรงพิมพ์ เอ และโรงพิมพ์บี เท่ากับ 1,098 และ 2,043 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ สำหรับระดับความเข้มข้นของกรดฮิพพิวริคในปัสสาวะของคนงานทั้งสองแห่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p< 0.05$)

สุนทร ศุภพงษ์ และคณะ (2534) ได้ศึกษาระดับโทลูอีนในเลือดและระดับกรดฮิพพิวริคในปัสสาวะของคนงานอู่พ่นสีรถยนต์พบว่าร้อยละ 81 ของคนงานในอู่พ่นสีรถยนต์ ($n=63$) มีโทลูอีนในเลือดต่ำกว่า 0.68 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ค่าพิสัยของระดับกรดฮิพพิวริคในปัสสาวะระหว่าง 0.04-0.98 กรัมต่อกรัมครีเอตินีน ผลการตรวจทางคลินิคพบว่ามีภาวะโลหิตจาง การทำงานของตับและไตผิดปกติร้อยละ 6.6, 14.3,และ 1.6 ตามลำดับ จากข้อมูลในสมุดสุขภาพพบว่าคนงานที่รายงานว่าป่วยมี ร้อยละ 76.2 ลักษณะการเจ็บป่วยส่วนใหญ่เป็นโรคระบบทางเดินหายใจ

วิไล ชินเวชกิจวานิชย์ และคณะ (2538) ได้ศึกษาถึงการรับสารพิษประเภทโทลูอีนของบุคลากรในโรงงานผลิตสีน้ำมันจำนวน 218 คนผลปรากฏว่า บุคลากรของฝ่ายผลิต เทคนิค และวัตถุดิบ (156 คน) ซึ่งเป็นกลุ่มที่คาดว่ามีโอกาสได้รับโทลูอีนเข้าสู่ร่างกายสูง ประมาณร้อยละ 16 มีปริมาณสารนี้ในเลือด 0.68-4.16 ไมโครกรัมต่อลิตร และร้อยละ 50.6 พบปริมาณน้อยกว่า 0.68 ไมโครกรัมต่อลิตร สำหรับบุคลากรฝ่ายบริหารและบริการ (62 คน) ซึ่งเป็นกลุ่มที่คาดว่าไม่ค่อยมีโอกาสได้รับโทลูอีนตรวจพบสารนี้ในเลือดเพียงร้อยละ 9.7 และไม่มีรายใดในกลุ่มนี้ที่มีโทลูอีนในเลือดสูงกว่า 0.68 ไมโครกรัมต่อลิตร โดยเฉลี่ยกรดฮิพพิวริคในปัสสาวะของกลุ่มที่คาดว่ามีโอกาสได้รับโทลูอีนสูงมากกว่ากลุ่มที่ไม่ค่อยมีโอกาสได้รับโทลูอีนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) คือระดับกรดฮิพพิวริคเท่ากับ 0.478±0.354 มิลลิกรัมต่อมิลลิกรัมครีเอตินีน และ 0.258±0.280 มิลลิกรัมต่อมิลลิกรัมครีเอตินีน ตามลำดับ

บริษัทยูไนเต็ด แอนนาลิสต์ เอ็นจิเนียริ่ง คอนซัลแตนท์ จำกัด (2539) ได้ศึกษาปริมาณสารพิษไซลีนและโทลูอีนในบริเวณปฏิบัติงานของสถานประกอบการ 2 ประเภท ได้แก่ สถานประกอบการพ่นและอบสีรถยนต์และสถานประกอบการพ่นเคลือบและอบสีจากการทำโลหะเป็นภาชนะและสิ่งของเครื่องใช้ พบว่าปริมาณความเข้มข้นของสารพิษโทลูอีนโดยตลอดระยะเวลาทำงานปกติ 8 ชั่วโมง ในสถานประกอบการพ่นและอบสีรถยนต์มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.81 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ค่าพิสัยระหว่าง 0.59-34.07 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ปริมาณความเข้มข้นของสารพิษโทลูอีนในสถานประกอบการพ่นเคลือบและอบสีจากการทำโลหะเป็นภาชนะและสิ่งของเครื่องใช้ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.43 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ค่าพิสัยระหว่าง 0.07-16.46 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาและวิเคราะห์ปริมาณโทลูอีนในบรรยากาศของโรงงานผลิตเฟอร์นิเจอร์ไม้ยางพารา
2. เพื่อศึกษาและวิเคราะห์ปริมาณกรดฮิพพิวริคในปัสสาวะของคนงานโรงงานผลิตเฟอร์นิเจอร์ไม้ยางพารา
3. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบปริมาณกรดฮิพพิวริคในปัสสาวะของคนงานก่อนและหลังปฏิบัติงานในโรงงานผลิตเฟอร์นิเจอร์ไม้ยางพารา

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

1. ทำให้ทราบถึงปริมาณความมากน้อยของการได้รับสารโทลูอีนของคนงานในโรงงานผลิตเฟอร์นิเจอร์ไม้ยางพารา
2. เพื่อใช้เป็นแนวทางในการวางแผนป้องกันและแก้ไขปัญหาของผู้ประกอบอาชีพที่ต้องทำงานสัมผัสกับสารโทลูอีน

ขอบเขตของการวิจัย

การศึกษาวิจัยครั้งนี้จะทำการศึกษาในโรงงานผลิตเฟอร์นิเจอร์ไม้ยางพารา ในเขตอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลาจำนวน 4 แห่ง ที่ได้จากการสุ่มแบบเจาะจง (purposive sampling) จากโรงงานทั้งหมด 8 แห่ง ในเขตอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา โดยมีกลุ่มตัวอย่างคือ คนงานแผนกพ่นสีและพ่นเคลือบสีในแต่ละโรงงาน รวมทั้งสิ้น 55 คน ซึ่งจะเก็บตัวอย่างปัสสาวะของคนงานเพื่อวิเคราะห์หาปริมาณความเข้มข้นของกรดฮิพพิวริค และเก็บตัวอย่างอากาศเพื่อวิเคราะห์หาปริมาณความเข้มข้นของโทลูอีนในบรรยากาศการทำงาน

บทที่ 2

วิธีการวิจัย

1. วัสดุ (Materials)

วัสดุที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย สารเคมีสำหรับวิเคราะห์ปริมาณความเข้มข้นของกรดฮิพพิวริคในปัสสาวะ และปริมาณความเข้มข้นของโทลูอีนในบรรยากาศการทำงาน ดังนี้

1.1 สารเคมีสำหรับวิเคราะห์ปริมาณความเข้มข้นของกรดฮิพพิวริคในปัสสาวะ

- กรดฮิพพิวริค ชนิด AR grade ($C_9H_9NO_3$, Merck , Germany)
- เบนซีนซัลโฟนิล คลอไรด์ ชนิด AR grade ($C_6H_5ClO_2S$, Fluka chemical , Switzerland)
- ไพริดีน ชนิด AR grade (C_5H_5N , Merck , Germany)
- เอทธานอล ชนิด AR grade (C_2H_5OH , Merck , Germany)

1.2 สารเคมีสำหรับวิเคราะห์ปริมาณความเข้มข้นของโทลูอีนในบรรยากาศ

- คาร์บอนไดซัลไฟด์ ชนิด GC grade (CS_2 , Merck , Germany)
- โทลูอีน ชนิด AR grade ($C_6H_5CH_3$, J.T. Baker , U.S.A.)

2. เครื่องมืออุปกรณ์ (Equipments)

อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วยอุปกรณ์ในการเก็บตัวอย่าง และอุปกรณ์ในการวิเคราะห์ตัวอย่างรวมทั้งแบบสอบถามสภาพแวดล้อมและภาวะสุขภาพของคนงานดังนี้

2.1 อุปกรณ์สำหรับเก็บตัวอย่าง

2.1.1 อุปกรณ์เก็บตัวอย่างปัสสาวะ

- ขวดพลาสติก (Polyethylene Bottles) ขนาด 100 มิลลิลิตร

2.1.2 อุปกรณ์เก็บตัวอย่างอากาศ

- หลอดผงถ่านมาตรฐาน (Charcoal Tubes Standard ,TCR TECORA s.r.l.Via A. Volta 22)
- ปั๊มเก็บอากาศ (Personal Pump ,Model Gilair-S,Gillain Instrument Corp.)

- พาราฟิล์ม (Parafilm)
- เทอร์โมมิเตอร์ (Thermometer)

2.2 อุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์ตัวอย่าง

2.2.1 อุปกรณ์วิเคราะห์ตัวอย่างปัสสาวะ

- เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (Spectrophotometer, Shimadzu UV-1601)
- เครื่องเซนตริฟิวจ์ (Centrifuge, Sorvall. RT. 7)
- เครื่องเขย่า (Touch Mixer Model 231, Fisher Scientific)
- ขวดวัดปริมาตร (Volumetric Flasks) ขนาด 50 และ 100 มิลลิลิตร
- ปิเปต (Pipet) ขนาด 1 และ5 มิลลิลิตร
- เครื่องวัดความถ่วงจำเพาะของปัสสาวะ (Atago Hand Refractometer)
- เครื่องชั่งละเอียดทศนิยม 4 ตำแหน่ง (Analytical Balance , Mettler Toledo AB 20

2.2.2 อุปกรณ์วิเคราะห์ตัวอย่างอากาศ

- เครื่องแก๊สโครมาโตกราฟที่ใช้สำหรับการวิเคราะห์มีสภาพการใช้งานดังนี้

แก๊สโครมาโตกราฟ	: Hewlett Packard 5890A Series II
เครื่องตรวจวัด (Detecter)	: Flame Ionization Detecter
คอลัมน์ (Column)	: Capillary Column 25m×0.32 mm×1.05μm film thickness crosslinked, methyl silicone gum
อุณหภูมิ (Temperature)	: Injector 175 °C Detecter 120 °C Column 100 °C
ก๊าซพา (Carrier Gas)	: ก๊าซไนโตรเจน อัตราเร็ว 40 ml/min

- ขวดแก้วขนาดเล็ก (Microvial) ขนาด 2 มิลลิลิตร
- กระบอกฉีดไมโครลิตร (Microliter Syringes) ขนาด 10 ไมโครลิตร
- ปิเปต (Pipet) ขนาด 5 มิลลิลิตร พร้อมลูกยาง
- ขวดวัดปริมาตร (Volumetric Flasks) ขนาด 10 มิลลิลิตร
- เครื่องเขย่า (Touch Mixer Model 231, Fisher Scientific)

2.3 แบบสอบถามสภาพแวดล้อมและภาวะสุขภาพของคนงานที่ดัดแปลงมาจาก WHO, 1986

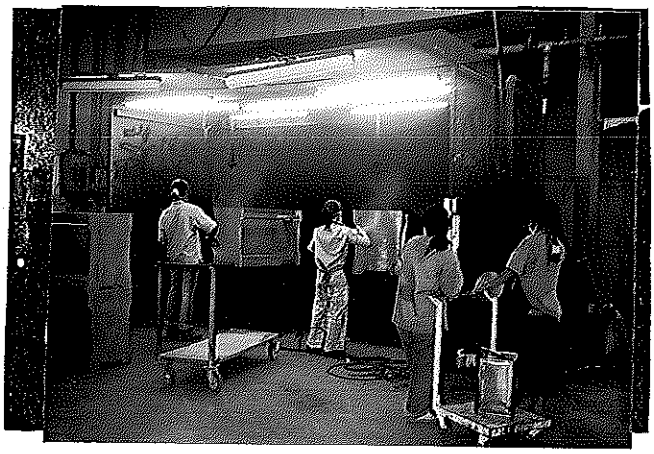
3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 การกำหนดสถานที่เก็บตัวอย่าง

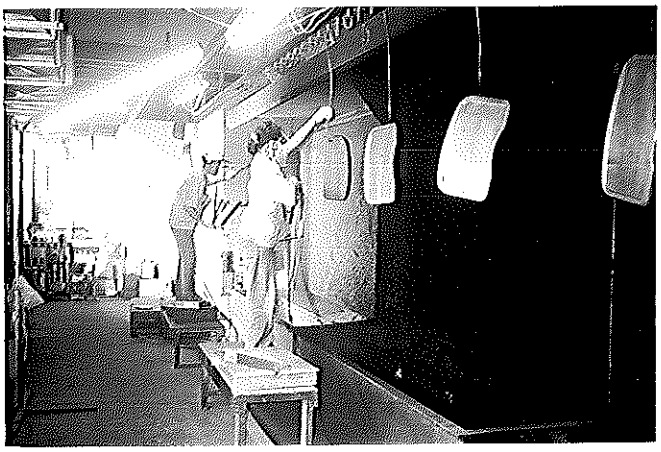
การวิจัยครั้งนี้ได้ทำการศึกษาในโรงงานผลิตเฟอร์นิเจอร์ไม้ยางพาราในอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา ที่มีชื่อในทำเนียบโรงงานอุตสาหกรรมจังหวัดสงขลาปี 2539 ซึ่งมีทั้งหมด 8 โรงงาน การศึกษาครั้งนี้จะทำการสุ่มแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เฉพาะโรงงานที่มีความพร้อมและให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีในการเข้าทำการศึกษาวิจัยซึ่งมีทั้งหมด 4 โรงงาน ดังแสดงในตาราง 7 และตารางผนวก 1

ตาราง 7 ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับสถานที่เก็บตัวอย่าง

ชื่อโรงงาน	รหัส	ขนาดห้องพ่นสี (ตารางเมตร)	จำนวนห้องพ่นสี	กำลังการผลิต/วัน
เซ้าเทอร์นพาราวูดจำกัด	A	90	2	ชิ้นงานจำนวน 1,133 ชิ้น
เซ้าเทอร์นครอสเฟอร์นิเจอร์ จำกัด	B	136	2	เฟอร์นิเจอร์จำนวน 250 ชุด
ทาแมค จำกัด	C	150	2	ชิ้นงานจำนวน 2,860 ชิ้น
เอ พี เอส วูดโปรดักส์ จำกัด	D	300	2	ชิ้นงานจำนวน 3,000 ชิ้น

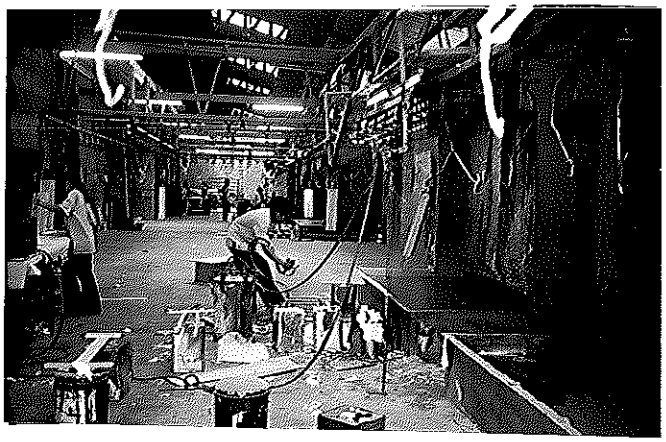


โรงงาน A



โรงงาน B

โรงงาน C



โรงงาน D

ภาพประกอบ 4 สภาพแวดล้อมทั่วไปขณะปฏิบัติงานของคนงานในโรงงานทั้ง 4 แห่ง

3.2 การเก็บตัวอย่าง

3.2.1 การเก็บตัวอย่างปัสสาวะ

เก็บปัสสาวะของคนงานแผนกพ่นสีและพ่นเคลือบสีทั้ง 4 โรงงาน เพื่อตรวจหาปริมาณความเข้มข้นของกรดฮิพพิวริค โดยมีการเก็บ 2 ครั้งคือ เก็บก่อนเริ่มปฏิบัติงานในวันจันทร์เช้าและหลังปฏิบัติงานวันที่สองของการทำงาน (วันอังคารตอนเย็น) (NIOSH manual of analytical methods, 1980) โดยจะเก็บปัสสาวะใส่ขวดพลาสติกที่มีฝาปิดประมาณ 100 มิลลิลิตร

3.2.2 การเก็บตัวอย่างอากาศ

เก็บอากาศแบบ Area sampling โดยใช้เครื่องดูดอากาศที่ทราบอัตราการไหล (Personal pump) ปรับอัตราการไหลของ Personal pump ให้ได้ 1.2 ลิตรต่อ นาที แล้วเปิดปลายหลอดผงถ่านออกทั้งสองด้านปิดด้วยจุกพลาสติกที่เตรียมไว้ เปิดจุกปลายด้านหลังของหลอดผงถ่านออก ใช้ปลายด้านหลังต่อกับสายยางจาก Personal pump พันทับให้แน่นด้วยพาราฟิล์ม วางหลอดผงถ่านตามแนวขนานกับพื้นระหว่างบูท (Booth) พ่นสี วางให้สูงจากพื้นประมาณ 1 เมตร เปิดปลายด้านที่เหลือของหลอดผงถ่านออก เปิดสวิทช์ปั๊มให้อัตราการไหล 1.2 ลิตรต่อนาที เปิดทิ้งไว้ 10 นาที เมื่อครบ 10 นาที ปิดสวิทช์ปั๊ม แกะพาราฟิล์มออกใช้จุกพลาสติกปิดหลอดผงถ่านทั้งสองด้านพันทับรอยต่อด้วยพาราฟิล์ม สำหรับหลอดผงถ่านที่ทำการเก็บตัวอย่างต่อๆไปกระทำเหมือนเดิม โดยเก็บทุกต้นชั่วโมงจนครบ 8 ชั่วโมงการทำงาน เก็บโรงงานละ 3 ครั้ง ทั้ง 4 โรงงาน รวมทั้งสิ้น 96 ตัวอย่าง เก็บตัวอย่างทั้งหมดไว้ที่อุณหภูมิ 25 $^{\circ}$C (NIOSH manual of analytical methods, 1984)

3.3 การวิเคราะห์ตัวอย่าง

3.3.1 การวิเคราะห์ตัวอย่างปัสสาวะ

การวิเคราะห์ตัวอย่างปัสสาวะเพื่อตรวจหาปริมาณความเข้มข้นกรดฮิพพิวริคในการวิจัยครั้งนี้โดยวิธี Direct colorimetric (NIOSH manual of analytical methods, 1980) ซึ่งอาศัยปฏิกิริยาการเกิดสีของอเซคโทน (azlactone) ที่ได้จากปฏิกิริยาระหว่างกรดฮิพพิวริคกับเบนซีนซัลโฟนิลคลอไรด์ในไพริดีน มีวิธีการดังนี้

- เจือจางตัวอย่างปัสสาวะ 1 ส่วน ด้วยน้ำกลั่น 4 ส่วน
- ดูดตัวอย่างปัสสาวะที่เจือจาง 0.5 มิลลิลิตรลงใน Centrifuge tube
- เติม 0.5 มิลลิลิตร Pyridine เขย่าให้เข้ากัน

- เติม 0.2 มิลลิลิตร Benzenesulfonyl Chloride เขย่าให้เข้ากันประมาณ 5 วินาที ด้วยเครื่องเขย่า ตั้งทิ้งไว้ 30 นาทีที่อุณหภูมิห้อง (20-30 °C)

- เติม Ethanol ให้ครบจนมีปริมาตร 5.0 มิลลิลิตร เขย่าด้วยเครื่องจนเข้ากันแล้ว นำไป Centrifuge ที่ 1,500-2,000 รอบต่อนาที ประมาณ 5 นาที นำไปวัดด้วยเครื่อง Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 410 นาโนเมตร โดยใช้ Ethanol set zero กับเครื่อง แล้วนำค่าที่ได้เทียบกับกราฟมาตรฐาน ปรับค่าที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยความถ่วงจำเพาะของปัสสาวะที่ 1.024

3.3.1.1. การทำกราฟมาตรฐานของสารละลายมาตรฐานกรดฮิพพิวริค

การเตรียม Stock standard hippuric acid โดยละลาย 50 มิลลิกรัมของสารมาตรฐานกรดฮิพพิวริคปรับปริมาตรให้ได้ 100 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น จะได้ Stock solution ที่มีความเข้มข้น 0.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

การเตรียมสารละลายมาตรฐานที่มีความเข้มข้น 0.1, 0.2, 0.3, 0.4 และ 0.5 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร จำนวน 50 มิลลิลิตร โดยใช้ Stock solution จำนวน 10 , 20 , 30 และ 40 มิลลิลิตร ตามลำดับ แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ได้ 50 มิลลิลิตร จากนั้นจึงนำสารละลายมาตรฐานมาเติมสารเคมีเหมือนตัวอย่างปัสสาวะข้างต้น นำไปวัดการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 410 นาโนเมตร นำค่าที่ได้มาเขียนกราฟมาตรฐาน ดังแสดงในภาพผนวก 1

3.3.1.2 การหาค่าความถ่วงจำเพาะของปัสสาวะ

ใช้น้ำกลั่นฉีดล้างทำความสะอาดสไลด์ ดูดตัวอย่างปัสสาวะประมาณ 1-2 หยด ด้วยไมโครปิเปต หยดตัวอย่างปัสสาวะลงบนสไลด์ของเครื่องวัดความถ่วงจำเพาะ นำเครื่องวัดความถ่วงจำเพาะมาส่องพร้อมปรับค่าความถ่วงจำเพาะ

3.3.1.3 การคำนวณ

ปริมาณความเข้มข้นของกรดฮิพพิวริคปรับเป็นค่าถูกต้องด้วยสูตร

$$C = \frac{24Cu}{S}$$

C = ปริมาณความเข้มข้นของกรดฮิพพิวริคปรับเป็นค่าถูกต้อง

Cu = ปริมาณความเข้มข้นของกรดฮิพพิวริคในปัสสาวะ

S = ตัวเลขหลังจุดทศนิยม 2 ตำแหน่งของค่าความถ่วงจำเพาะของปัสสาวะ (เช่น 1.026)

3.3.1.4 การหา % Recovery

- นำตัวอย่างปัสสาวะ 1 ตัวอย่างวิเคราะห์ปริมาณความเข้มข้นของกรดฮิพพิวริค โดยกระทำ ซ้ำ 3 ครั้ง หาค่าเฉลี่ยของกรดฮิพพิวริค

- เติมสารละลายกรดฮิพพิวริคที่มีความเข้มข้น 5.0 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร จำนวน 5.0 ไมโครลิตรลงในปัสสาวะ 0.5 มิลลิลิตร แล้วนำมาวิเคราะห์ปริมาณความเข้มข้นของกรดฮิพพิวริคตามวิธีเหมือนตัวอย่าง โดยกระทำซ้ำ 3 ครั้ง

- เติมสารละลายกรดฮิพพิวริคที่มีความเข้มข้น 5.0 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร จำนวน 10.0 ไมโครลิตร ลงในปัสสาวะ 0.5 มิลลิลิตร แล้วนำมาวิเคราะห์ปริมาณความเข้มข้นของกรดฮิพพิวริคตามวิธีเหมือนกับตัวอย่างโดยกระทำ ซ้ำ 3 ครั้ง ผลการวิเคราะห์ %Recovery

3.3.2 การเก็บตัวอย่างอากาศ (NIOSH manual of analytical methods, 1980)

- เทผงถ่านใส่ Microvial

- เติม 1.5 มิลลิลิตร ของ Carbon disulfide

- เขย่า Microvial ด้วยเครื่องเขย่า นาน 30 นาที ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 25 °C นำไปฉีดเข้าเครื่อง Gas Chromatograph ด้วย กระบอกฉีดไมโครลิตร จำนวน 2 ไมโครลิตร นำค่าความสูงของ peak ที่ได้เทียบกับกราฟมาตรฐานของโทลูอีน

3.3.2.1 การทำกราฟมาตรฐานของสารละลายมาตรฐานโทลูอีน

เตรียมสารละลายมาตรฐานโทลูอีนที่มีความเข้มข้น 0.034, 0.086, 0.172, 0.258 และ 0.43 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตรคาร์บอนไดซัลไฟด์ โดยใช้ โทลูอีนจำนวน 0.4, 1, 2, 3 และ 5 ไมโครลิตร ตามลำดับ แล้วปรับปริมาตรด้วยคาร์บอนไดซัลไฟด์ให้ได้ 10 มิลลิลิตร จากนั้น

จึงนำสารละลายมาตรฐานที่ได้ไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Gas Chromatograph ทำเช่นเดียวกับสารละลายตัวอย่างคือ ฉีดสารละลายมาตรฐานเข้าไปจำนวน 2 ไมโครลิตร จากนั้นจึงนำค่าจากการวิเคราะห์ (ค่าความสูงของpeak) มาเขียนกราฟมาตรฐาน ดังแสดงในภาพผนวก 2และ 3

3.3.2.2 การคำนวณ

- อ่านค่าปริมาณความเข้มข้นของโทลูอีนในสารละลายตัวอย่างที่วิเคราะห์ จากความสูงของ peak เทียบกับเส้นกราฟมาตรฐานของโทลูอีน

- ความเข้มข้นของตัวอย่างวิเคราะห์เป็นมิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตรของอากาศเปลี่ยนเป็นหน่วยของที่ปริมาตรของสภาวะอากาศมาตรฐาน 25 °Cและ 760 มิลลิเมตรปรอท โดยใช้สูตร

$$\text{mg/cu.m.} = \frac{\text{mg} \times 1000 \ \text{(liter/cu.m.)}}{\text{Air volume sampled (liter)}}$$

$$\text{ppm.} = \text{mg/cu.m.} \times \frac{24.45}{\text{M.W.}} \times \frac{760}{\text{P}} \times \frac{\text{T} + 273}{298}$$

mg	=	จำนวนมิลลิกรัมของโทลูอีน
cu.m.	=	จำนวนลูกบาศก์เมตรของตัวอย่างอากาศ
P	=	ความดันบรรยากาศ (มิลลิเมตรปรอท) ของตัวอย่างอากาศ
T	=	อุณหภูมิ (°C) ของตัวอย่างอากาศ
24.45	=	โมลาร์ วอลุม (โมล/ลิตร) ที่ 25 °C และ 760 มิลลิเมตรปรอท
M.W.	=	น้ำหนักโมเลกุลของโทลูอีน
760	=	ความดันบรรยากาศมาตรฐาน (มิลลิเมตรปรอท)
298	=	อุณหภูมิมาตรฐาน (องศาเคลวิน)

3.3.2.3 การหาประสิทธิภาพการดูดซับของหลอดผงถ่าน (Desorption efficiency)

- เปิดปลายหลอดผงถ่านด้านหน้าออกทีละหลอด
- ฉีดสารละลายมาตรฐานโทลูอีนขนาด 1 ไมโครลิตร ด้วยหลอดฉีดไมโครลิตรทีละหลอดจนครบ 5 หลอด
- ปิดจุกด้วยพลาสติก และพันทับให้แน่นด้วยพาราฟิล์ม ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องนาน 24 ชั่วโมง
- ใช้หลอดผงถ่านอีก 1 หลอดเป็น Blank โดยไม่ฉีดสารละลายมาตรฐานโทลูอีน ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง นาน 24 ชั่วโมง
- เทผงถ่านลงใน Microvial
- เติม 1.5 มิลลิลิตร คาร์บอนไดซัลไฟด์ลงใน Microvial
- เขย่า นาน 3 นาที ตั้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง นาน 30 นาที
- ดูดสารละลายจาก Microvial ขนาด 2 ไมโครลิตร ฉีดเข้าเครื่อง Gas Chromatograph (ฉีดตัวอย่างละ 3 ครั้ง) โดยเริ่มจาก Blank ก่อน

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ตัวอย่างปัสสาวะและตัวอย่างอากาศนำมาหาค่าเฉลี่ย (Mean) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยปริมาณความเข้มข้นกรดฮิพพิวริคก่อนกับหลังปฏิบัติงาน โดยใช้ Student 's test (paired t- test) เสนอในรูปตารางและกราฟ ข้อมูลจากแบบสอบถามวิเคราะห์โดยใช้ร้อยละ

บทที่ 3

ผลการวิจัย

จากการศึกษาปริมาณกรดฮิพพิวริคในปัสสาวะคนงานโรงงานผลิตเฟอร์นิเจอร์ไม้ยางพารา ในอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา ที่มีในทำเนียบอุตสาหกรรมจังหวัดสงขลาปี 2539 โดยใช้การสุ่มแบบจำเพาะเจาะจง (Purposive Sampling) ได้โรงงานที่ทำการศึกษาจำนวน 4 แห่ง แล้วเก็บตัวอย่างปัสสาวะคนงานแผนกพ่นสีมาวิเคราะห์หาปริมาณความเข้มข้นของกรดฮิพพิวริคโดยวิธี Direct colorimetric (NIOSH manual of analytical methods, 1980) และเก็บตัวอย่างอากาศเพื่อวิเคราะห์หาปริมาณความเข้มข้นของโทลูอีนในบรรยากาศการทำงาน โดยเก็บทั้ง 4 โรงงาน โรงงานละ 3 ครั้ง รวมตัวอย่างอากาศทั้งหมด 96 ตัวอย่าง และสอบถามสิ่งแวดล้อมในการทำงานและภาวะสุขภาพของคนงาน ผลการวิเคราะห์มีดังนี้

1. ปริมาณความเข้มข้นของโทลูอีนในบรรยากาศการทำงาน

1.1 ผลการทดสอบประสิทธิภาพการดูดซับของหลอดผงถ่าน (desorption efficiency)

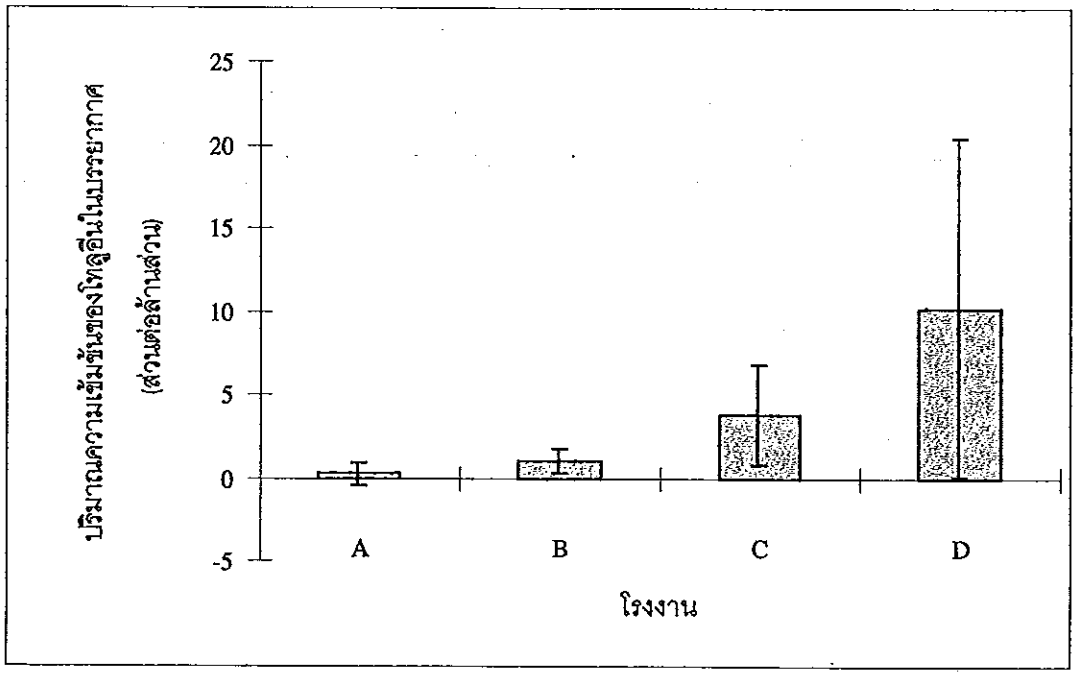
จากการทดสอบประสิทธิภาพการดูดซับของหลอดผงถ่าน พบว่ามีประสิทธิภาพการดูดซับโดยเฉลี่ยเท่ากับ 85.45% ดังแสดงในตารางผนวก 4

1.2 ผลการวิเคราะห์ปริมาณความเข้มข้นของโทลูอีนในบรรยากาศการทำงาน

จากการวิเคราะห์ตัวอย่างอากาศเพื่อหาปริมาณความเข้มข้นของโทลูอีนในบรรยากาศการทำงานโรงงานผลิตเฟอร์นิเจอร์ไม้ยางพารา ในอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา 4 โรงงาน ได้ผลการวิเคราะห์ดังนี้คือ ปริมาณความเข้มข้นของโทลูอีนในบรรยากาศการทำงานมีค่าเฉลี่ย 3.83±6.56 ส่วนต่อล้านส่วน มีค่าพิสัยระหว่าง 0.02-36.02 ส่วนต่อล้านส่วน รายละเอียดดังแสดงในตารางผนวก 5 ปริมาณความเข้มข้นของโทลูอีนในบรรยากาศการทำงานเมื่อแยกวิเคราะห์ตามโรงงาน ได้ผลการวิเคราะห์ดังแสดงในตาราง 8 ภาพประกอบ 5 และตารางผนวก 8-19

ตาราง 8 ค่าเฉลี่ยปริมาณความเข้มข้นของโทลูอีนในบรรยากาศการทำงานเมื่อแยกวิเคราะห์ตามโรงงาน (ส่วนต่อล้านส่วน)

โรงงาน	ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($\bar{X}$±S.D)	ค่าพิสัย (Range)	ขนาดตัวอย่าง (n)
A	0.26±0.63	0.02-2.97	24
B	1.02±0.74	0.16-2.78	24
C	3.81±3.03	0.36-12.76	24
D	10.22±10.17	0.64-36.02	24



ภาพประกอบ 5 ค่าเฉลี่ยปริมาณความเข้มข้นของโทลูอีนในบรรยากาศการทำงานเมื่อแยกวิเคราะห์ตามโรงงาน

2. ปริมาณความเข้มข้นของกรดฮิพพิวริคในปัสสาวะ

2.1 ผลการทดสอบ %recovery

จากการวิเคราะห์ความเข้มข้นของกรดฮิพพิวริคในปัสสาวะโดยวิธี Direct colorimetric พบว่าวิธีนี้มี %recovery สูงสุดถึง 95.91 ดังแสดงในตารางผนวก 2

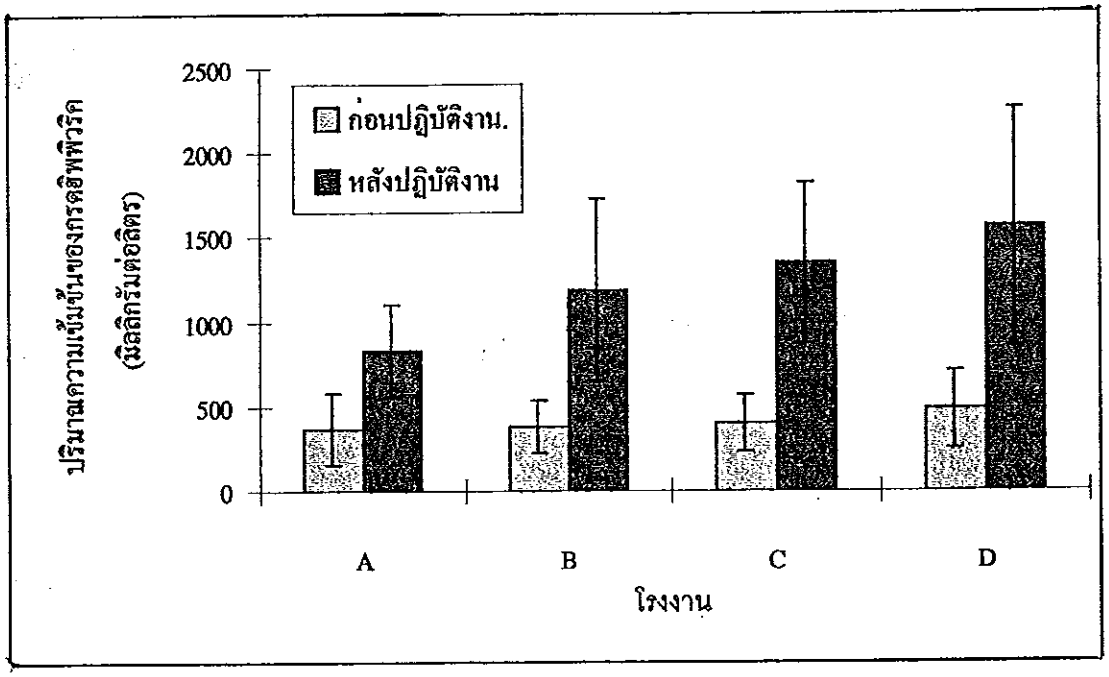
2.2 ผลการวิเคราะห์ปริมาณความเข้มข้นของกรดฮิพพิวริคในปัสสาวะ

จากการวิเคราะห์ปริมาณความเข้มข้นของกรดฮิพพิวริคในปัสสาวะของคนงานโรงงานผลิตเฟอร์นิเจอร์ไม้ยางพาราในอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา 4 โรงงาน ได้ผลการวิเคราะห์ดังนี้คือ ปริมาณความเข้มข้นของกรดฮิพพิวริคในปัสสาวะก่อนเริ่มปฏิบัติงาน เมื่อปรับด้วยค่าความถ่วงจำเพาะของปัสสาวะที่ 1.024 แล้วมีค่าเฉลี่ย 397.23±194.71 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าพิสัยระหว่าง 27.3-921.41 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณความเข้มข้นของกรดฮิพพิวริคในปัสสาวะหลังปฏิบัติงานเมื่อปรับด้วยค่าความถ่วงจำเพาะของปัสสาวะที่ 1.024 แล้วมีค่าเฉลี่ย 1,151.10±542.85 มีค่าพิสัยระหว่าง 218.28-3,149.60 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณความเข้มข้นของกรดฮิพพิวริคในปัสสาวะก่อนปฏิบัติงานเมื่อแยกวิเคราะห์ตามโรงงาน รายละเอียดแสดงในตาราง 9 ตารางผนวก 6 และภาพประกอบ 6 และปริมาณความเข้มข้นของกรดฮิพพิวริคในปัสสาวะหลังปฏิบัติงานเมื่อแยกวิเคราะห์ตามโรงงาน รายละเอียดแสดงในตาราง 9 ตารางผนวก 7 และภาพประกอบ 6

ตาราง 9 ค่าเฉลี่ยปริมาณความเข้มข้นของกรดฮิพพิวริคในปัสสาวะของคนงานก่อนและหลังปฏิบัติงานในโรงงานทั้ง 4 แห่ง

โรงงาน	ขนาดตัวอย่าง	ก่อนปฏิบัติงาน		หลังปฏิบัติงาน		t
	(n)	$\bar{X}$±S.D.)	(Range)	$\bar{X}$±S.D.)	(Range)	
A	21	369.45±212.09	38.43-732.20	831.45±271.98	218.28-1406.82	-7.104*
B	13	374.51±154.82	127.03-621.20	1185.49±539.48	489.06-2445.20	-5.176*
C	11	401.93±169.45	27.30-702.50	1348.28±472.00	753.30-2153.50	-6.963*
D	10	479.93±231.24	157.70-921.41	1560.77±702.87	834.23-3149.60	-5.613*

หมายเหตุ * $P<0.05$



ภาพประกอบ 6 ค่าเฉลี่ยปริมาณความเข้มข้นของกรดฮิพพิวริคในปัสสาวะของคนงานก่อนและหลังปฏิบัติงาน

2.3 ผลการเปรียบเทียบปริมาณความเข้มข้นของกรดฮิพพิวริคในปัสสาวะระหว่างก่อนกับหลังปฏิบัติงาน

จากการเปรียบเทียบปริมาณความเข้มข้นของกรดฮิพพิวริคในปัสสาวะก่อนกับหลังปฏิบัติงานทั้ง 4 โรงงาน โดยใช้ Student 's test (paired t- test) ผลการศึกษาพบว่าปริมาณความเข้มข้นของกรดฮิพพิวริคในปัสสาวะหลังปฏิบัติงานมีค่าสูงกว่าก่อนปฏิบัติงานอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 และเมื่อเปรียบเทียบปริมาณความเข้มข้นของกรดฮิพพิวริคในปัสสาวะก่อนกับหลังปฏิบัติงานแยกตามโรงงานพบว่า โรงงาน A, B, C และD มีปริมาณความเข้มข้นของกรดฮิพพิวริคในปัสสาวะหลังปฏิบัติงานสูงกว่าก่อนปฏิบัติงานอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 ดังแสดงในตาราง 9

2.4 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความเข้มข้นของกรดฮิพพิวริคในปัสสาวะคนงานหลังปฏิบัติงานกับปริมาณความเข้มข้นของโทลูอีนในบรรยากาศการทำงาน

จากการศึกษาปริมาณความเข้มข้นของกรดฮิพพิวริคในปัสสาวะคนงานกับปริมาณความเข้มข้นของโทลูอีนในบรรยากาศการทำงานในโรงงาน A, B, CและD โดยนำค่าตัวแปรทั้งสองมาทดสอบความสัมพันธ์กันโดยใช้ correlation coefficient test พบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ของตัวแปรทั้งสองมีค่าเท่ากับ 0.2034 เขียนรูปสมการได้ดังนี้

$$Y = 66.269X+954.91$$

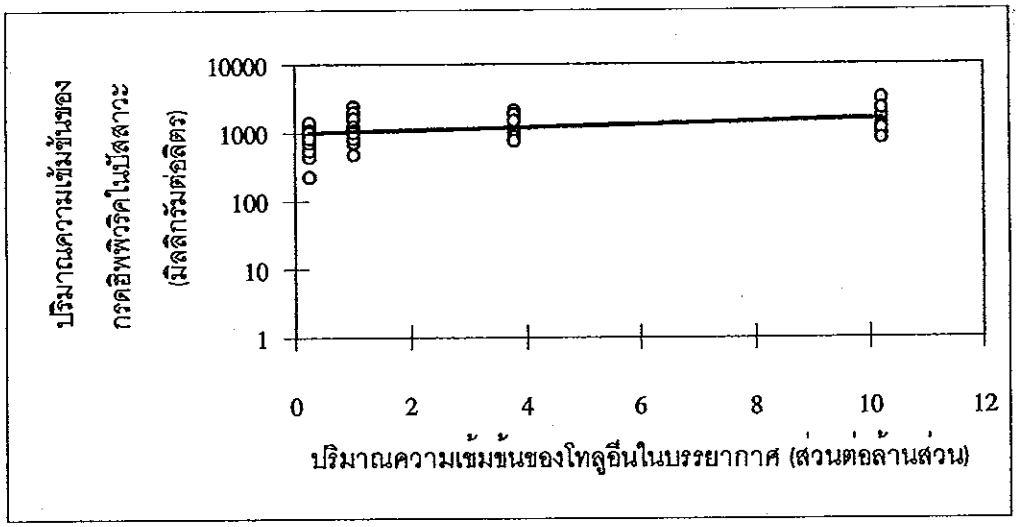
โดย Y = ปริมาณความเข้มข้นของกรดฮิพพิวริคในปัสสาวะคนงานหลังปฏิบัติงาน

X = ปริมาณความเข้มข้นของโทลูอีนในบรรยากาศการทำงาน

และค่า Y = มีค่าอยู่ระหว่าง 218.28-3149.60 มิลลิกรัมต่อลิตร

X = มีค่าอยู่ระหว่าง 0.26-10.22 ส่วนต่อล้านส่วน

และเมื่อนำค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) มาทดสอบนัยสำคัญพบว่า ปริมาณความเข้มข้นของกรดฮิพพิวริคในปัสสาวะคนงานหลังปฏิบัติงานกับปริมาณความเข้มข้นของโทลูอีนในบรรยากาศการทำงานไม่มีความสัมพันธ์กัน เมื่อค่า X และ Y อยู่ในช่วงที่กำหนด ซึ่งแสดงให้เห็นดังสมการ และภาพประกอบ 7



ภาพประกอบ 7 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความเข้มข้นของกรดฮิพพิวริคในปัสสาวะของคนงานหลังปฏิบัติงานกับปริมาณความเข้มข้นของโทลูอีนในบรรยากาศ ในโรงงานทั้ง 4แห่ง

3. การสอบถามสิ่งแวดล้อมและภาวะสุขภาพของคนงาน

3.1 ผลการสอบถามข้อมูลทั่วไป

ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับคนงานแผนกพ่นสีในโรงงานสามารถแยกอธิบายตามลักษณะต่างๆดังนี้ (ตารางผนวก 20, 21และ 22)

เพศ เป็นเพศชายร้อยละ 39.62 และเพศหญิงร้อยละ 60.38

อายุ อายุของผู้ตอบแบบสอบถามอยู่ในช่วง 16-32 ปี โดยเฉลี่ยมีอายุ 25 ปี

ส่วนสูง อยู่ในช่วง 145-174 เซนติเมตร โดยเฉลี่ย 155 เซนติเมตร

น้ำหนัก อยู่ในช่วง 40-60 กิโลกรัมน้ำหนัก โดยเฉลี่ย 50 กิโลกรัม

สถานภาพสมรส พบว่า ส่วนใหญ่เป็นโสดร้อยละ 64.15 สมรสร้อยละ 33.96 และหย่าร้างร้อยละ 1.89

การศึกษา ส่วนใหญ่จบป.6ร้อยละ 49.06 มัธยมต้นร้อยละ 32.08 มัธยมปลายหรือปวช.ร้อยละ 15.09 และอนุปริญญาหรือปวส.ร้อยละ 3.77

ประวัติการสูบบุหรี่ พบว่า ไม่สูบเลยถึงร้อยละ 83.02 เคยสูบแต่ปัจจุบันเลิกแล้วร้อยละ 3.77 และปัจจุบันสูบบุหรี่ร้อยละ 13.21

การสูบบุหรี่ในที่ทำงาน พบว่า ไม่สูบร้อยละ 90.57 และสูบบ้างไม่สูบบ้างร้อยละ 9.43

ประวัติการดื่มสุรา พบว่า ไม่เคยดื่มร้อยละ 67.93 เคยดื่มแต่ปัจจุบันเลิกแล้วร้อยละ 16.98 และปัจจุบันดื่มสุราร้อยละ 15.09

การใช้ยาเป็นประจำ พบว่า มีการใช้ยาเป็นประจำมากกว่า 3 ครั้งต่อสัปดาห์ร้อยละ 81.13 เป็นยาแก้ปวดร้อยละ 16.28 ยาแก้แพ้ร้อยละ 2.33 และยาตามแพทย์สั่งร้อยละ 81.39

โรคประจำตัว พบว่า มีโรคประจำตัวร้อยละ 18.87 ในจำนวนนี้เป็นโรคหอบหืดร้อยละ 30.00 ภูมิแพ้ร้อยละ 40.00 โรคเลือดร้อยละ 10.00 และโรคกระเพาะอาหารร้อยละ 20.00

3.2 ข้อมูลความเสี่ยงต่อการได้รับสารโทลูอีน

ข้อมูลความเสี่ยงต่อการได้รับสารโทลูอีนเกี่ยวกับคนงานแผนกพ่นสีในโรงงานสามารถแยกอธิบายตามลักษณะต่างๆดังนี้ (ตารางผนวก 23)

จำนวนชั่วโมงการทำงาน พบว่า โดยเฉลี่ยทำงานวันละ 8 ชั่วโมง

อายุการทำงาน พบว่า มีอายุการทำงานเฉลี่ย 2 ปี โดยอยู่ในช่วง 1 เดือนถึง 8 ปี

การสวมถุงมือป้องกัน พบว่า มีการสวมถุงมือทุกครั้งร้อยละ 18.87 สวมบ้างเป็นบางครั้งร้อยละ 49.06 และไม่สวมเลยร้อยละ 32.07 ซึ่งถุงมือที่สวมขณะทำงานล้วนแต่เป็นถุงมือผ้าแบบหนา

การล้างมือหลังเลิกงาน พบว่า ล้างมือทุกครั้งร้อยละ 56.60 ล้างบ้างเป็นบางครั้งร้อยละ 35.85 และไม่ล้างเลยร้อยละ 7.55

การล้างมือระหว่างพักรับประทานอาหาร พบว่า ล้างมือทุกครั้งร้อยละ 66.04 ล้างบ้างเป็นบางครั้งร้อยละ 32.07 และไม่ล้างเลยร้อยละ 1.89

การมีชุดทำงาน พบว่า ส่วนใหญ่มีชุดทำงานร้อยละ 66.04 และไม่มีร้อยละ 33.96

การใส่หน้ากากป้องกัน พบว่า ใส่เป็นประจำร้อยละ 50.94 ใส่บ้างเป็นบางครั้งร้อยละ 39.62 และไม่ใส่ร้อยละ 9.43 ลักษณะของหน้ากากที่ใส่เป็นผ้าปิดจมูกอย่างเดียว

ความคิดเห็นต่อการใส่หน้ากากป้องกันที่ใช้อยู่ พบว่า ร้อยละ 75.47 คิดว่าสามารถป้องกันได้ร้อยละ 13.21 คิดว่าไม่สามารถป้องกันได้ และร้อยละ 11.32 ตอบว่าไม่ทราบ

3.3 ข้อมูลอาการและความรู้สึก

ข้อมูลอาการและความรู้สึกของคนงานแผนกพ่นสีและพ่นเคลือบสีในโรงงานทั้ง 4 แห่ง สามารถอธิบายได้ดังนี้ (ตารางผนวก 24) โดยพบว่ามีอาการปวดศีรษะร้อยละ 64.15 อาการเหนื่อยล้าร้อยละ 50.94 อาการระคายเคืองผิวหนังร้อยละ 39.62 อาการแน่นหน้าอกร้อยละ 35.85 อาการคลื่นเหียนร้อยละ 26.41 อาการมึนงงและสับสนร้อยละ 26.41 อาการอิดโรยร้อยละ 26.41 อาการเซื่องซึมร้อยละ 24.53 อาการเบื่ออาหารร้อยละ 22.64 อาการตกใจง่ายร้อยละ 18.87 อาการนอนไม่หลับร้อยละ 18.87 อาการตาพร่าร้อยละ 16.98 อาการหลงลืมง่ายร้อยละ 16.98 อาการตัวสั่นกระตุกร้อยละ 16.98 และอาการเดินโซเซร้อยละ 15.09

บทที่ 4

วิจารณ์ผล

1. ปริมาณความเข้มข้นของโทลูอีนในบรรยากาศการทำงาน

จากการศึกษาปริมาณความเข้มข้นของโทลูอีนในบรรยากาศการทำงานในโรงงานผลิตเฟอร์นิเจอร์ไม้ยางพารา ในอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา ตลอดระยะเวลาทำงานปกติ (8 ชั่วโมง) พบว่าอยู่ในเกณฑ์ที่ปลอดภัยเมื่อเทียบกับมาตรฐานความปลอดภัยจากการทำงานเมื่อต้องสัมผัสสารโทลูอีนในบรรยากาศตลอดระยะเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมง ซึ่งกำหนดโดยกระทรวงแรงงานและสวัสดิการสังคม หรือแม้แต่เทียบกับเกณฑ์มาตรฐานของต่างประเทศก็ยังอยู่ในระดับปลอดภัยเช่นเดียวกัน และเมื่อเทียบกับผลการศึกษาของบริษัทยูไนเต็ดแอนนาลิสต์ แอนด์เอ็นจิเนียริ่ง คอนซัลแตนท์ จำกัด (2539) ที่จัดทำเสนอต่อกรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข พบว่าความเข้มข้นของสารโทลูอีนในบริเวณปฏิบัติงาน (working area) ของสถานประกอบการประเภทพ่นเคลือบและอบสีจากการทำโลหะและสิ่งของเครื่องใช้ 10 แห่ง ในกรุงเทพมหานคร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.43 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และจากสถานประกอบการพ่นสีและอบสีรถยนต์ 10 แห่ง ในกรุงเทพมหานครเช่นเดียวกันพบว่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.81 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และจากผลการวิจัยครั้งนี้เมื่อศึกษาแยกแต่ละโรงงาน พบว่าโรงงาน D มีปริมาณความเข้มข้นของโทลูอีนมากที่สุด โรงงาน C, B และ A มีน้อยกว่าตามลำดับ ทั้งนี้คาดว่าปริมาณความเข้มข้นของโทลูอีนในแต่ละโรงงานที่แตกต่างกันเนื่องมาจาก

1 ลักษณะการของพ่นเคลือบสีและปริมาณงานในแต่ละโรงงาน

2 ระบบการระบายอากาศในโรงงาน

3 ปัจจัยตัวอื่นๆ เช่น ความชื้นในบรรยากาศการทำงาน อุณหภูมิ การรั่วซึมและการระเหยของสีและทินเนอร์ขณะปฏิบัติงาน ตลอดจนการเก็บและการทำลายภาชนะบรรจุสีและทินเนอร์

2. ปริมาณความเข้มข้นของกรดฮิพพิวริคในปัสสาวะ

2.1 ปริมาณความเข้มข้นของกรดฮิพพิวริคในปัสสาวะก่อนปฏิบัติงาน

ปริมาณความเข้มข้นของกรดฮิพพิวริคในปัสสาวะก่อนปฏิบัติงานของคนงานโรงงานผลิตเฟอร์นิเจอร์ไม้ยางพารา ในอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา จำนวน 4 แห่ง โดยเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์ปกติระดับเดียวกันกับคนปกติที่ไม่ได้สัมผัสกับสารโทลูอีน (397.23±194.71 มิลลิกรัมต่อลิตร) ทั้งนี้เพราะว่าการเก็บตัวอย่างปัสสาวะของคนงานกระทำในวันจันทร์เช้าหลังจากที่คนงานได้รับการพักผ่อนมาแล้ว 1 วัน (วันอาทิตย์) และไม่ได้ทำงานสัมผัสกับสารโทลูอีน ซึ่งค่าปกติของปริมาณความเข้มข้นของกรดฮิพพิวริคในปัสสาวะที่รายงานโดย Tomukuni (1972) จากชายแข็งแรง 20 คน พบว่าอยู่ในช่วง 0.44±0.2 กรัมต่อลิตร และผลการศึกษาครั้งนี้มีค่าใกล้เคียงกับของอวยพร บุญมีพิพิธ (2530) โดยพบว่า ระดับกรดฮิพพิวริคในปัสสาวะของคนงานในโรงพิมพ์ก่อนเข้ากะในโรงพิมพ์ เอ และ โรงพิมพ์ บี เท่ากับ 557 และ 634 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ถ้าพิจารณาข้อมูลในแต่ละโรงงาน พบว่า ค่าเฉลี่ยของปริมาณความเข้มข้นของกรดฮิพพิวริคในปัสสาวะแต่ละโรงงานก็ยังอยู่ในเกณฑ์ปกติ จากการศึกษาของ Vilinueva.,et al (1994) และ Sugita., et al (1988) พบว่า ปริมาณความเข้มข้นของกรดฮิพพิวริคในแต่ละคนมีความแตกต่างกัน ซึ่งนอกจากจะขึ้นอยู่กับการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นของโทลูอีนในร่างกายและปริมาณความเข้มข้นของโทลูอีนในบรรยากาศของการทำงานแล้ว ระดับความเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของกรดฮิพพิวริคซึ่งเกิดขึ้นในร่างกายยังขึ้นอยู่กับ

- การบริโภคผักและผลไม้ โดยเฉพาะอย่าง เช่น แคร็นเบอรี (cranberries), ลูกพลับแห้ง (prunes), ลูกพลัม (plums) และเมล็ดกาแฟ (coffee beans) ที่มีกรดเบนโซอิค (Pagnotto and Lieberman, 1967)

- ยาแก้ปวดบางชนิดที่มีส่วนผสมของกรดอะซิทิลซาลิไซลิค (Acetyl salicylic acid) เช่น แอสไพริน (aspirin) เนื่องจากมีโครงสร้างทางเคมีคล้ายกับกรดฮิพพิวริค

- อาหารและเครื่องดื่มที่มีสารกันบูด (Anti microbial agent) จำพวกโซเดียมเบนโซเอท เช่น เครื่องดื่มชนิดไม่มีแอลกอฮอล์ (soft drinks), น้ำผลไม้ (juices), ซอสถั่วเหลือง (soy sauce) (Vilinueva., *et al*, 1994)

- นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับความถ่วงจำเพาะของปัสสาวะ และการรับสัมผัสสารสไตรีน (Styrene)

2.2 ปริมาณความเข้มข้นของกรดฮิพพิวริคในปัสสาวะหลังปฏิบัติงาน

ปริมาณความเข้มข้นของกรดฮิพพิวริคในปัสสาวะหลังปฏิบัติงานของคนงาน ทั้ง 4 โรงงาน โดยเฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานกำหนด (NIOSH แนะนำไว้ 1,000 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร) เมื่อพิจารณาในแต่ละโรงงาน พบว่าโรงงาน A มีค่าเฉลี่ยปริมาณความเข้มข้นของกรดฮิพพิวริคในปัสสาวะยังอยู่ในเกณฑ์ที่ปลอดภัย โดยมีคนงานจำนวนเพียงร้อยละ 19.04 เท่านั้นที่มีปริมาณความเข้มข้นของกรดฮิพพิวริคในปัสสาวะเกินมาตรฐาน ในขณะที่โรงงาน B C และD มีค่าเฉลี่ยปริมาณความเข้มข้นของกรดฮิพพิวริคในปัสสาวะสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานกำหนด โดยในแต่ละโรงงานมีคนงานจำนวนร้อยละ 69.23, 63.63 และ 80.00 ที่มีปริมาณความเข้มข้นของกรดฮิพพิวริคในปัสสาวะสูงเกินมาตรฐาน ทั้งนี้คาดว่าน่าจะมีสาเหตุมาจาก

1. ลักษณะการพ่นสีของแต่ละโรงงาน

- ลักษณะการทำงานของบู๊ทพ่นสี ซึ่งทุกโรงงานจะมีบู๊ทพ่นสีแบบ (water type) คืออากาศที่มีฝุ่นละออง หรือไอระเหยจากการฉีดพ่นส่วนเกินหรือจากการปฏิบัติงานจะถูกระบบผ่านม่านน้ำและแผ่นกั้นเพื่อแยกมลสารออก แต่เนื่องจากขณะปฏิบัติงานบางโรงงานมีการเปิดน้ำผ่านม่านน้ำระหว่างมีการพ่นเคลือบสี แต่บางโรงงานก็ไม่มีการเปิดน้ำ

- ตำแหน่งการวางไม้ขณะพ่นสีบางโรงงานมีการแขวนไม้ไว้ในระดับสูงซึ่งขณะพ่นสีคนงานต้องยืนบนเก้าอี้ แต่บางโรงงานมีการวางไม้ระดับประมาณ 1 เมตร จากพื้น

- ความบ่อยครั้งของการหยุดพ่นสีระหว่างรอไม้เพื่อทำการพ่นเคลือบสี

2. ปริมาณงานในแต่ละโรงงานซึ่งจะเห็นได้ว่าปริมาณชิ้นงานต่อวันในโรงงานต่างๆ มีความแตกต่างกัน (ตาราง 7) โดยพบว่า โรงงาน B, C และD มีปริมาณชิ้นงานมากเป็นลำดับ จึงทำให้ปริมาณความเข้มข้นของกรดฮิพพิวริคในโรงงานดังกล่าวมีค่าสูงเกินมาตรฐาน

3. ขนาดของห้องพ่นสีในโรงงาน จากตาราง 7 จะเห็นได้ว่าเมื่อห้องพ่นสีมีพื้นที่มากปริมาณชิ้นงานที่ได้ในแต่ละวันก็จะมากขึ้นด้วย ซึ่งทำให้มีการใช้โทลูอีนในปริมาณที่เพิ่มขึ้น ปริมาณความเข้มข้นของกรดฮิพพิวริคในปัสสาวะหลังปฏิบัติงานจึงเพิ่มขึ้นด้วย

4. ลักษณะของสีและทินเนอร์ที่ใช้พ่นเคลือบชิ้นงาน

5. สุขลักษณะนิสัยในการทำงานของคนงาน เช่น การสวมเครื่องป้องกันส่วนบุคคล การล้างมือหลังปฏิบัติงาน และการแต่งกายขณะปฏิบัติงาน เป็นต้น

6. เทคนิคในการวิเคราะห์ปริมาณความเข้มข้นของกรดฮิพพิวริคในปัสสาวะสำหรับการวิเคราะห์ครั้งนี้ใช้วิธี Direct colorimetric โดยใช้เครื่องตรวจ Spectrophotometer ซึ่งปริมาณความเข้มข้นของกรดฮิพพิวริคที่วิเคราะห์ได้ในแต่ละตัวอย่างอาจจะคลาดเคลื่อนไปจากปริมาณความเข้มข้นของกรดฮิพพิวริคในปัสสาวะจริงๆ อาจเป็นเพราะ สีที่เกิดจากปฏิกิริยาในการวิเคราะห์จะมีมากกว่าความเป็นจริง เนื่องมาจากไกลซีนเชื่อมต่อ (Conjugate) กับสารตัวอื่นที่ไม่ใช่โทลูอีน เช่น กรดไฮดรอกซีฮิพพิวริค (Hydroxy hippuric acid), กรดเมทิลฮิพพิวริค (Methyl hippuric acid) และกรดซาลิไซลิคในปัสสาวะ ซึ่งสารเหล่านี้ไม่ได้เกิดจากการสัมผัสสารโทลูอีน แต่เกิดจากประเภทของอาหาร และเครื่องดื่มที่ใช้สารกันบูดจำพวกโซเดียมเบนโซเอท ซึ่งสามารถทำปฏิกิริยากับสารจำพวก BSC (Benzene Sulfonyl Chloride) หรือ DAB (Dimethyl Amino Benzaldehyde) และเกิดสีเดียวกันได้ สำหรับในการศึกษาครั้งนี้ผู้ศึกษาได้ใช้แบบสอบถาม ถามถึงการรับประทานอาหารของคนงาน 2 มื้อ คืออาหารมื้อเย็นและมื้อเช้าก่อนเริ่มปฏิบัติงาน พบว่าอาหารมื้อเย็นส่วนใหญ่เป็นผัก ผลไม้ ส่วนบะหมี่กึ่งสำเร็จรูป ของดอง และเครื่องดื่มจำพวกน้ำอัดลมมีเป็นส่วนน้อย อาหารมื้อเช้าส่วนใหญ่เป็นผัก ผลไม้ มีนมสดและกาแฟบ้าง ส่วนบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปมีเป็นส่วนน้อย ซึ่งจะเห็นว่าการรับประทานอาหารของคนงานในโรงงานมีส่วนเกี่ยวข้องอยู่บ้างกับการเพิ่มปริมาณความเข้มข้นของกรดฮิพพิวริคในปัสสาวะอันเกิดจากอาหารและเครื่องดื่ม

2.3 การเปรียบเทียบปริมาณความเข้มข้นของกรดฮิพพิวริคในปัสสาวะก่อนและหลังปฏิบัติงาน

จากการการเปรียบเทียบปริมาณความเข้มข้นของกรดฮิพพิวริคในปัสสาวะก่อนและหลังปฏิบัติงานพบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 แสดงถึงปริมาณความเข้มข้นของกรดฮิพพิวริคในปัสสาวะหลังปฏิบัติงานมีค่าสูงกว่าก่อนปฏิบัติงาน ทั้งนี้เนื่องจากในช่วงปฏิบัติงานคนงานได้ทำงานสัมผัสกับสารโทลูอีนซึ่งเป็นส่วนผสมในสีและทินเนอร์ที่ใช้ในการพ่นสีและพ่นเคลือบสี โดยจะมากหรือน้อยต่างกันในแต่ละบุคคลแล้วแต่การได้รับสัมผัสซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของอวยพร บุญมีพิพิธ (2530) โดยพบว่าระดับกรดฮิพพิวริคในปัสสาวะคนงานในโรงพิมพ์ระหว่างเข้ากะมีค่าสูงกว่าก่อนเข้ากะอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

2.4 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความเข้มข้นของกรดฮิพพิวริคในปัสสาวะหลังปฏิบัติงานกับปริมาณความเข้มข้นของโทลูอีนในบรรยากาศการทำงาน

เมื่อนำค่าปริมาณปริมาณความเข้มข้นของกรดฮิพพิวริคในปัสสาวะหลังปฏิบัติงานและปริมาณความเข้มข้นของโทลูอีนในบรรยากาศการทำงานมาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทั้งสอง พบว่ามีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เท่ากับ 0.2034 และเขียนในรูปสมการของความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความเข้มข้นของกรดฮิพพิวริคในปัสสาวะหลังปฏิบัติงานและปริมาณความเข้มข้นของโทลูอีนในบรรยากาศได้ดังนี้

$$Y = 66.269X+954.91$$

โดย X = ปริมาณความเข้มข้นของโทลูอีนในบรรยากาศ

Y = ปริมาณความเข้มข้นของกรดฮิพพิวริคในปัสสาวะหลังปฏิบัติงาน

และเมื่อนำค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) มาทดสอบนัยสำคัญพบว่า ปริมาณความเข้มข้นของกรดฮิพพิวริคในปัสสาวะหลังปฏิบัติงานกับปริมาณความเข้มข้นของโทลูอีนในบรรยากาศการทำงานไม่มีความสัมพันธ์กัน เมื่อปริมาณความเข้มข้นของโทลูอีนในบรรยากาศการทำงานอยู่ในช่วง 0.26-10.22 ส่วนต่อล้านส่วน. และปริมาณความเข้มข้นของกรดฮิพพิวริคในปัสสาวะหลังปฏิบัติงานอยู่ในช่วง 218.28-3149.60 มิลลิกรัมต่อลิตร นั่นคือปริมาณความเข้มข้นของกรดฮิพพิวริคในปัสสาวะหลังปฏิบัติงานอาจจะไม่ได้ขึ้นกับค่าปริมาณความเข้มข้นของโทลูอีนในบรรยากาศการทำงานเพียงอย่างเดียว โดยเมื่อพิจารณาจากสมการ พบว่ามีค่าคงที่เท่ากับ 954.91 แสดงให้เห็นว่าปริมาณความเข้มข้นของกรดฮิพพิวริคในปัสสาวะหลังปฏิบัติงานอาจเกิดจากการรับประทานอาหารหรือการสัมผัสสารตัวอื่นที่มีเมตะบอไลท์ให้สีเดียวกันกับกรดฮิพพิวริคในการทำปฏิกิริยา

3. การสอบถามสภาพแวดล้อมและภาวะสุขภาพของคนงานในโรงงาน

อันตรายต่อสุขภาพอนามัยของคนงานในโรงงานจากการทำงานในแผนกพ่นสีและพ่นเคลือบเนื่องจากการได้รับสัมผัสสารโทลูอีน โดยทั่วไปแล้วมักจะเกิดอันตรายจากการสูดหายใจเอาฝุ่นหมอกควันและไอระเหยต่างๆที่เป็นพิษ จากการสัมผัสทางผิวหนังและการเข้าสู่ร่างกายโดยระบบทางเดินอาหาร ผลการสอบถามพบว่า คนงานมีความเสี่ยงอยู่บ้างในการรับสัมผัสสารโทลูอีนเข้าสู่ร่างกายขณะปฏิบัติงาน ข้อมูลที่สนับสนุนจากการสอบถาม เช่น

การใส่หน้ากากป้องกันพบว่าไม่ใส่เลยถึงร้อยละ 9.43 ใส่บ้างเป็นบางครั้งร้อยละ 39.63 และลักษณะของหน้ากากป้องกันที่ใช้เป็นชนิดผ้า ซึ่งไม่สามารถป้องกันสารระเหยได้ การสวมถุงมือขณะปฏิบัติงานพบว่า ไม่สวมเลยถึงร้อยละ 32.07 สวมบ้างเป็นบางครั้งร้อยละ 49.06 และลักษณะถุงมือที่ใช้เป็นถุงมือผ้าแบบหนา ซึ่งไม่เหมาะกับการใช้งานกับสารจำพวกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน อย่างเช่น โทลูอีน เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีพฤติกรรมการล้างมือหลังเลิกงานและระหว่างพักรับประทานอาหาร ซึ่งจะเห็นว่าคนงานส่วนหนึ่งยังละเลยในการปฏิบัติ จากการสอบถามอาการและความรู้สึกของคนงานพบว่า มีอาการปวดศีรษะมากที่สุด ส่วนอาการเหนื่อยล้าและระคายเคืองผิวหนังมากเป็นอันดับรอง ซึ่งอาจจะเกิดจากการหายใจเอาไอระเหยของสารตัวทำละลายที่เกิดจากตัวทำละลายส่วนเกินหรือผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากการออกซิเดชั่นกับอากาศซึ่งโดยทั่วไปอาจจะก่อให้เกิดอาการต่างๆ เช่น วิงเวียนศีรษะ ปวดศีรษะ คลื่นเหียน ระคายเคืองตาและจมูก ถ้าให้มีการสะสมความเข้มข้นมากเกินเนื่องจากการระบายอากาศไม่เพียงพอจะทำให้เกิดอาการรุนแรงอื่นๆตามมาด้วย เช่น อาการจากก๊าซพิษ หมดสติ อาเจียน และหลอดลมอักเสบ เป็นต้น ดังนั้นเมื่อพิจารณาถึงอาการและความรู้สึกของคนงานดังที่กล่าวมาแล้วนั้น เชื่อว่าน่าจะมีส่วนเกี่ยวข้องกับการสัมผัสสารโทลูอีนจากการทำงานในโรงงาน

บทที่ 5

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

บทสรุป

การวิเคราะห์หาปริมาณความเข้มข้นของโทลูอีนในบรรยากาศการทำงานโรงงานผลิตเฟอร์นิเจอร์ไม้ยางพารา ในอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา จำนวน 4 แห่ง โดยเก็บตัวอย่างอากาศ ซ้ำ 3 ครั้ง รวมทั้งสิ้น 96 ตัวอย่าง พบว่ามีค่าโดยเฉลี่ยเท่ากับ 3.83±6.56 ส่วนต่อล้านส่วน ซึ่งยังอยู่ในเกณฑ์ที่ปลอดภัยตามประกาศมาตรฐานความปลอดภัยในการทำงานของกระทรวงแรงงานและสวัสดิการสังคม และเมื่อแยกวิเคราะห์ตามโรงงาน พบว่าปริมาณความเข้มข้นของโทลูอีนในโรงงาน A มีค่าโดยเฉลี่ยเท่ากับ 0.26±0.63 ส่วนต่อล้านส่วน โรงงาน B มีค่าโดยเฉลี่ยเท่ากับ 1.02±0.74 ส่วนต่อล้านส่วน โรงงาน C มีค่าโดยเฉลี่ยเท่ากับ 3.81±3.03 ส่วนต่อล้านส่วน และโรงงาน D มีค่าโดยเฉลี่ยเท่ากับ 10.22±10.17 ส่วนต่อล้านส่วน และจากการวิเคราะห์ปริมาณความเข้มข้นของกรดฮิพพิวริคในปัสสาวะของคนงานแผนกพ่นสีและพ่นเคลือบสีในโรงงานทั้ง 4 แห่ง จำนวน 55 ตัวอย่าง โดยใช้วิธี Direct colorimetric (NIOSH manual of analytical methods, 1984) ผลปรากฏว่าพบปริมาณความเข้มข้นของกรดฮิพพิวริคในปัสสาวะก่อนปฏิบัติงาน เมื่อปรับด้วยค่าความถ่วงจำเพาะของปัสสาวะที่ 1.024 แล้ว มีค่าโดยเฉลี่ยเท่ากับ 397.23±194.71 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ปกติ และเมื่อแยกวิเคราะห์แต่ละโรงงาน พบว่าปริมาณความเข้มข้นของกรดฮิพพิวริคในปัสสาวะก่อนปฏิบัติงานของคนงานในโรงงาน A มีค่าโดยเฉลี่ยเท่ากับ 369.45±212.09 มิลลิกรัมต่อลิตร โรงงาน B มีค่าโดยเฉลี่ยเท่ากับ 374.51±154.82 มิลลิกรัมต่อลิตร โรงงาน C มีค่าโดยเฉลี่ยเท่ากับ 401.93±169.45 มิลลิกรัมต่อลิตร และโรงงาน D มีค่าโดยเฉลี่ยเท่ากับ 479.93±231.24 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณความเข้มข้นของกรดฮิพพิวริคในปัสสาวะหลังปฏิบัติงาน เมื่อปรับด้วยค่าความถ่วงจำเพาะของปัสสาวะที่ 1.024 แล้ว โดยเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 1151.10±542.85 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่สูงกว่ามาตรฐานกำหนด (NIOSH ได้แนะนำไว้ไม่เกิน 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร) และเมื่อแยกวิเคราะห์ในแต่ละโรงงาน พบว่าปริมาณความเข้มข้นของกรด

ฮิพพิวริคในปัสสาวะหลังปฏิบัติงานในโรงงาน A มีค่าโดยเฉลี่ยเท่ากับ 831.45±271.98 มิลลิกรัมต่อลิตร โรงงาน B มีค่าโดยเฉลี่ยเท่ากับ 1185±539.48 มิลลิกรัมต่อลิตร โรงงาน C มีค่าโดยเฉลี่ยเท่ากับ 1348.28±472.00 มิลลิกรัมต่อลิตร และโรงงาน D มีค่าโดยเฉลี่ยเท่ากับ 1560.77±702.87 มิลลิกรัมต่อลิตร ผลการเปรียบเทียบปริมาณความเข้มข้นของกรดฮิพพิวริคก่อนกับหลังปฏิบัติงานพบว่า ปริมาณความเข้มข้นของกรดฮิพพิวริคในปัสสาวะหลังปฏิบัติงานมีค่าสูงกว่าก่อนปฏิบัติงานอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 และไม่มีความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความเข้มข้นของกรดฮิพพิวริคในปัสสาวะหลังปฏิบัติงานกับปริมาณความเข้มข้นของโทลูอีนในบรรยากาศเมื่อปริมาณความเข้มข้นของโทลูอีนในบรรยากาศอยู่ในช่วง 0.26-10.22 ส่วนต่อล้านส่วน

ข้อเสนอแนะ

มาตรการและข้อเสนอแนะในการลดปริมาณกรดฮิพพิวริคในปัสสาวะของคนงานจากการทำงานที่ต้องสัมผัสกับสารโทลูอีนแสดงในตาราง 10

ตาราง 10 มาตรการและข้อเสนอแนะในการลดปริมาณกรดฮิพพิวริคในปัสสาวะของคนงานจากการทำงานที่ต้องสัมผัสสารโทลูอีน

เรื่อง	ข้อควรปฏิบัติ	ผู้ที่ต้องปฏิบัติ	ความถี่ในการปฏิบัติ	เหตุผลในการปฏิบัติ
การลดปริมาณกรดฮิพพิวริคในปัสสาวะของคนงานจากการปฏิบัติงาน	ตรวจสอบระบบการระบายอากาศในโรงงานโดยสม่ำเสมอโดยเฉพาะในช่วงฤดูร้อน	วิศวะกรโรงงาน	เดือนละครั้ง	เพื่อดูประสิทธิภาพการระบายอากาศในโรงงาน
	จัดอบรมให้ความรู้เกี่ยวกับอันตรายที่เกิดจากสารโทลูอีนรวมทั้งการป้องกัน	คนงานใหม่ทุกคน หัวหน้าคนงาน และเจ้าของสถานประกอบการ	ก่อนเข้าทำงานสำหรับคนงานใหม่	เพื่อการปฏิบัติตัวที่ถูกต้องในการป้องกันอันตรายจากสารโทลูอีน
	จัดให้มีการใช้เครื่องกันอันตรายส่วนบุคคล เช่น - ใช้หน้ากากที่สามารถป้องกันสารระเหยได้ - ใช้ถุงมือชนิดป้องกันสารอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอนได้ เช่นถุงมือไนไตรล์ หรือ ถุงมือ High Grade PVC	คนงานใหม่ทุกคน และผู้ที่ต้องสัมผัสกับสารโทลูอีน	ก่อนเข้าทำงานสำหรับคนงานใหม่	เพื่อป้องกันสารระเหยโดยเฉพาะสารโทลูอีนเป็นต้น

ตาราง 10 มาตรการและข้อเสนอแนะในการลดปริมาณกรดฮิพพิวริคในปัสสาวะของคนงานจากการทำงานที่ต้องสัมผัสสารโทลูอีน (ต่อ)

เรื่อง	ข้อควรปฏิบัติ	ผู้ที่ต้องปฏิบัติ	ความถี่ในการปฏิบัติ	เหตุผลในการปฏิบัติ
การลดปริมาณกรดฮิพพิวริคในปัสสาวะของคนงานจากการปฏิบัติงาน	ตรวจหาปริมาณกรดฮิพพิวริคในปัสสาวะ	คนงานแผนกพ่นสี หัวหน้าคนงาน ผู้ที่เกี่ยวข้องในแผนกพ่นสี	ทุกๆ 6 เดือน	เพื่อเป็นการเฝ้าระวังด้านสุขภาพอนามัยของผู้ที่ต้องทำงานสัมผัสกับสารโทลูอีน
	จัดให้มีการตรวจสุขภาพพิเศษ เช่น X-ray ปอด, CNS, CBC, LFT, และ Kidney function	คนงานแผนกพ่นสี หัวหน้าคนงาน ผู้ที่เกี่ยวข้องในแผนกพ่นสี	อย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง	เพื่อค้นหาความผิดปกติ
	ควรมีการศึกษาสารพิษตัวอื่นๆที่อาจได้รับจากการทำงาน - ปริมาณโลหะหนัก (Pb, Hg, Cr) - ปริมาณสาร Xylene, Benzene, Styrene, Acetone, Ethyl acetate	คนงานแผนกพ่นสี หัวหน้าคนงาน ผู้ที่เกี่ยวข้องในแผนกพ่นสี	อย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง	เพื่อเป็นแนวทางในการป้องกันและคุ้มครองสุขภาพอนามัยของคนงาน

บรรณานุกรม

กานดา พูนลาภทวี. 2530. สถิติเพื่อการวิจัย. กรุงเทพฯ : ฟิสิกส์เซ็นเตอร์การพิมพ์.

คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, สำนักงาน. กองมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อม. 2530. โทลูอีน. กรุงเทพฯ.

ชินโอสถ หัสบำเรอ และคณะ. 2528. "การศึกษาปริมาณ hippuric acid ในปัสสาวะของพนักงานในโรงพิมพ์ที่ทำงานสัมผัสกับ toluene", วารสารการอนามัยและสิ่งแวดล้อม. 8 (พฤษภาคม-สิงหาคม 2528), 71-88.

พิชัย โตวิวิชญ์, ศุภวรรณ ตันตยานนท์ และ ประไพพิศ แจ่มสุกใส. 2534. คู่มือสารเคมีกับความปลอดภัย. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พิมลพร เชาวน์ไวพจน์. 2539. "ผลของโทลูอีนต่อการตกไข่และการตั้งครรภ์ในหนูแรท", วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสรีรวิทยา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. (สำเนา)

ยูไนเต็ด แอนนาลิสต์ เอ็นจิเนียริ่ง คอนซัลแตนท์ จำกัด, บริษัท. 2539. รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการสำรวจและศึกษาเพื่อจัดทำมาตรฐานเหตุรำคาญด้านกลิ่นจากสารพิษสารไซลีนและโทลูอีน. กรุงเทพฯ.

วิไล ชินเวชกิจวานิชย์ และคณะ. 2538. การศึกษาเบื้องต้นถึงการรับสารพิษประเภทโทลูอีนของบุคลากรในโรงงานผลิตสีน้ำมัน. สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์การแพทย์ และคณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วีระ มาวิจักขณ์. 2525. "ทินเนอร์ : นายตัวใหม่ของทาสเสพติด", วารสารโรงงาน. 1 (มีนาคม-มิถุนายน 2525), 23-28.

สุนทร ศุภพงษ์, วิไล ชินเวชกิจวานิชย์ และ วีนัส อุดมประเสริฐกุล. 2534. ระดับโทลูอีนในเลือดและระดับกรดฮิพพิวริคในปัสสาวะของคนงานอู่พ่นสีรถยนต์. คณะแพทยศาสตร์และสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์การแพทย์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุนทร ศุภพงษ์ และคณะ. 2538. การศึกษาผลของโทลูอีนต่อสุขภาพของคนงานในโรงงานผลิตสีและอู่พ่นสีรถยนต์. คณะแพทยศาสตร์และสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์การแพทย์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อนามัย, กรม. กองอาชีวอนามัย. 2525. การสำรวจสภาพแวดล้อมในการทำงานของโรงพิมพ์ซองบุหรี่. กรุงเทพฯ.

อนามัย, กรม. กองอาชีวอนามัย. 2526ก. การศึกษาปริมาณ Hippuric acid ในปัสสาวะของพนักงานในโรงพิมพ์ที่ทำงานสัมผัสกับ Toluene. กรุงเทพฯ.

อนามัย, กรม. กองอาชีวอนามัย. 2526ข. การศึกษาระดับของ Hippuric acid ในปัสสาวะของคนไทยปกติ. กรุงเทพฯ.

อนามัย, กรม. กองอาชีวอนามัย. 2536. การตรวจหาปริมาณ Hippuric acid ในปัสสาวะ กรุงเทพฯ.

อุตสาหกรรมจังหวัดสงขลา, สำนักงาน. สำนักงานปลัดกระทรวงอุตสาหกรรม. 2539. ทำเนียบโรงงานอุตสาหกรรมจังหวัดสงขลา. สงขลา.

อวยพร บุญมีพิพิธ. 2530. "การศึกษาปริมาณโทลูอีนในบรรยากาศกับการตอบสนองของคนงานในโรงพิมพ์", วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาอนามัยสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยมหิดล. (สำเนา).

Amsel, L.P. and Levy, G. 1969. "Drug biotransformation interactions in mass II : a pharmacokinetic study of the simultaneous conjugation of benzoic and salicylic acid with glycine", Journal of Pharmaceutical Sciences. 58 (1969), 321-326.

Arena, J.M. 1979. Poisoning 7th ed. Illinois : Charles C. Thomas,Springfield.

Browning, E. 1965. Toxicology and Metabolism of Industrial Solvents. London : Elsevier.

Cohr, K.H. and Stockholm, J. 1979. "Toluene - a toxicology review", Scand J Work Environ Health. 5 (1979), 71-90.

El Masry, A.M. ; Smith, J.N. and Williams, R.T. 1956. "Studies in detoxication 69. the metabolism of alkylbenzenes : n-propylbenzene and n-butylbenzene with further observations on ethylbenzene", Biochemical Journal. 64 (1956), 50-56.

Fishbein, L. 1985. "An overview of environmental and toxicological aspects of aromatic hydrocarbon II toluene", Sci Total Environ. 42 (1985), 267-288.

Forni, A. and Pacifico, E. 1971. "Chromosome study in workers exposed to benzene or toluene or both", Arch. Environ. Health. 22 (1971), 373-378.

Gartzke, J. and Weigmenn, H.J. 1979. "A simple thin-layer chromatographic method for the estimation of hippuric acid : comparison with a photometric and a gas chromatographic method", Journal of Chromatography. 162 (1979), 234-236.

Gerarde, H.W. 1960. Toxicology and Biochemistry of Aromatic Hydrocarbon. London : Elsevier.

_____. 1963. Industrial Hygiene and Toxicology. (Patty, F.A. ed.) New York : John Willey and Sons.

Grabski, D.A. 1961. "Toluene sniffing producing cerebellar degeneration", Am.J. Psychiatr. 118 (1961), 461-462.

Hensen, S.H. 1982. "Determination of urinary hippuric acid and o-cresol as indices of toluene exposure, by liquid chromatography on dynamically modified silica", Journal of Chromatography. 229 (1982), 141-148.

Ikeda, M. 1978. 23. Mutual Suppression of Oxidation Involved in the Metabolism of Thinner Constituents in Voluntary Inhalation of Industrial Sovents, (Sharp, C.W. and Carroll, L.T. eds.). Maryland : National Institute on Drug Abuse, Rock vills.

Ikeda, M. and Ohtsuji, H. 1969. "Significance of urinary hippuric acid determination as an index of toluene exposure", Bristish Journal of Industrial Medicine. 26 (1969), 244-246.

Knox, J.W. and Nelson, J.R. 1966. "Permanent encepphalopathy from toluene inhalation", N.Eng.J.Med. 275 (1966), 1494-1496.

NIOSH / OSHA. 1978. Occupational Health Guideline for Chemical Hazards. U.S.A : Nation Institute for Occupational Safety and Health / Occupation Safety and Health Administration.

NIOSH. 1980. Manual of Analytical Methods. 2d ed. Vol.6. US. Department of Health , Education , and Welfare , PHS , CDC , NIOSH , DHEW (NIOSH) Publication.

_____. 1984. Manual of Analytical Methods. ed. Vol.2. US. Department of Health , Education , and Welfare , PHS , CDC , NIOSH , DHEW (NIOSH) Publication.

Oettingen, W.F. ; Neal, P.A. and Donahue, D.D. 1942. "The toxicity and potential danger of toluene - preliminary report", JAMA. 118 (1942), 579-584.

Ogata, M., *et al.* 1980. "Comparision of several method for the measurement of urinary hippuric acid as index of toluene exposure", Acta.Med. Okayama. 34 (1980), 361-366.

Ogata,M. ; Tomokuni, K. and Takatsuka, Y. 1969. "Quantitative determination in urine of hippuric acid and m-or p- methyl hippuric acid metabolites of toluene and m- or p- xylene", British Journal of Industrial Medicine. 26 (1969), 330-334.

_____. 1970. "Urinary excretion of hippuric acid and m- or p- methylhippuric acid in the urine of persons exposure", British Journal of Industrial Medicine. 27 (1970), 43-50.

Pagnotto, L.D. and Lieberman, L.M. 1967. "Urinary hippuric acid excretion as an of toluene exposure", American Industrail Hygiene Assoiation Journal. 28 (1967), 129-134.

Parke, D. 1968. The Biochemistry of Foreign Compounds. Vol .5. Oxford : Pergamon Press.

Patty, F.A. ed. 1963. Toxicology. Vol. 2 of Industrial Hygiene and Toxicology. 2d ed. rev. New York : Interscience.

Reisin, F., *et al.* 1975. "Myoglobulinuria and renal failure in toluene poisoning", Br.J. Ind.Med. 32 (1975), 163-168.

Stewart, C.P. and Stolman, A. 1960. Toxicology. vol. 1. New York : Academic Press.

Sugita, M., *et al.* 1988. "Urinary hippuric acid excretion in everyday life", Tokai J. Exp. Clin. Med. 13 (1988), 185-190.

Villanueva, M.B., *et al.* 1994. "Dietary sources and background levels of hippuric acid in urine : comparisom of philippine and japanese levels", Industrial Health. 32 (1994), 239-246.

WHO. 1985. Environmental Health Criteria. Geneva : WHO.

_____. 1986. Early Detection of Occupational Disease. Geneva : WHO.

Wilczok, T. and Bienick, G. 1970. "Urinary hippuric acid concentration after occupational exposure to toluene", British Journal of Industrial Medicine. 35 (1970), 333-334.

Williams, R.T. 1959. Detoxication Mechanism. London : John Wiley and Son.

Wilson, R.H. 1943. " Toluene poisoning", JAMA. 123 (1943), 1106-1108.

Woiwode, K. and Drysch, K. 1981. "Experimental exposure to toluene : further consideration of cresol formation in man", British Journal of Industrial Medicine. 38 (1981), 194-197.

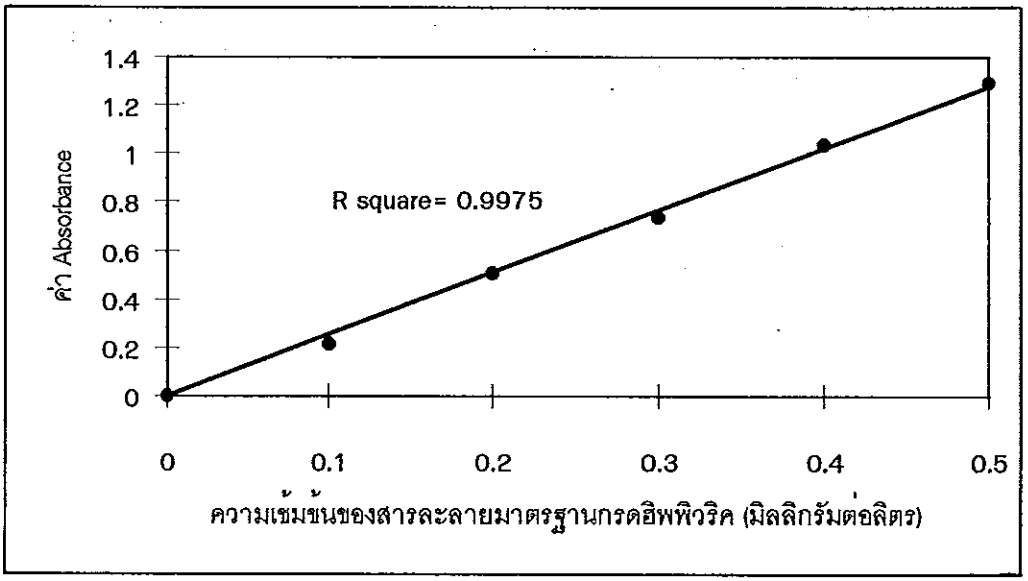
Yamazaki, K. , Tanaka, E. and Misawa, S. 1992. "Urinary ortho-cresol concentration as an indicator of toluene inhalation in glue-sniffers", Journal of the Forensic Science Society. 32 (1992), 215-223.

ภาคผนวก

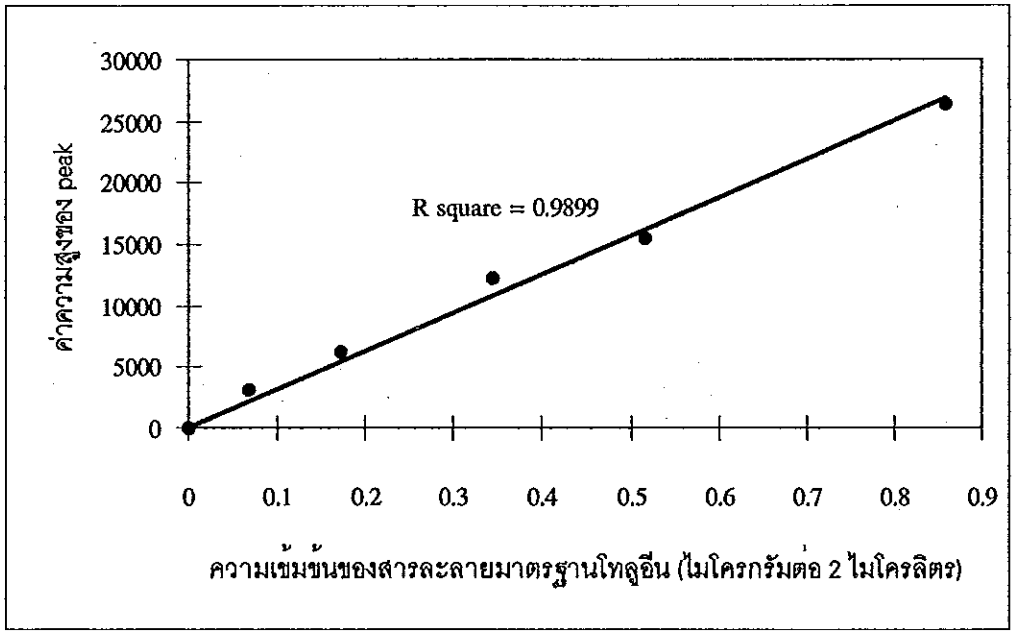
ภาคผนวก ก

ตารางผนวก 1 ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับ อายุ เพศ และจำนวนคนงานในโรงงานผลิตเฟอร์นิเจอร์ไม้ยางพารา ทั้ง 4 แห่ง

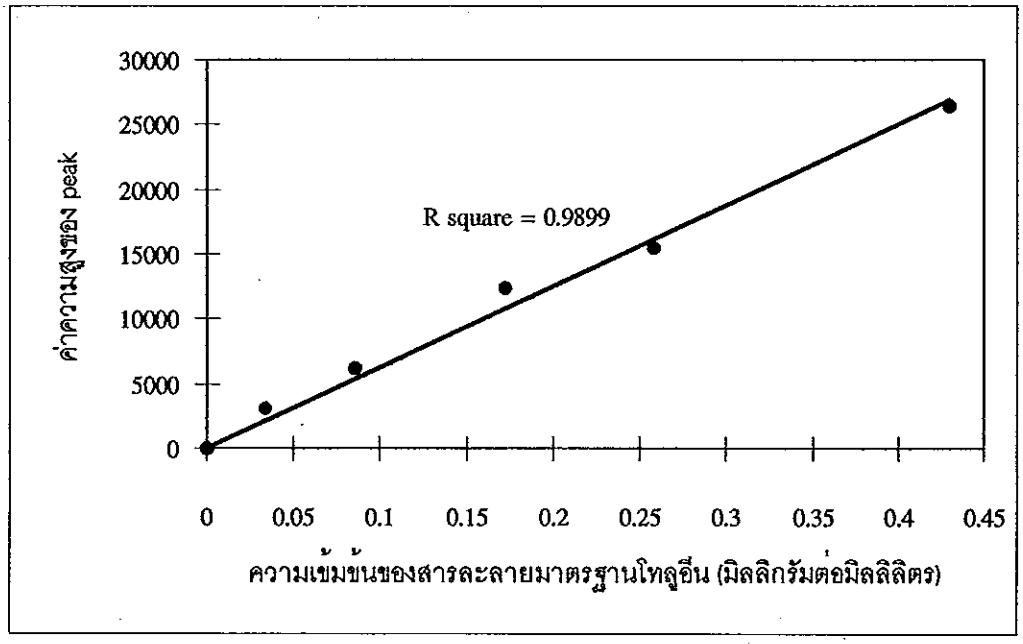
โรงงาน	อายุ (ปี)	เพศ		จำนวนคนงาน (คน)
		ชาย(คน)	หญิง(คน)	
A	16-32	5	16	21
B	18-25	5	8	13
C	18-32	4	7	11
D	19-28	7	3	10



ภาพผนวก 1 กราฟมาตรฐานของสารละลายมาตรฐานกรดฮิพพิวริค



ภาพผนวก 2 กราฟมาตรฐานของสารละลายมาตรฐานโทลูอีน (มิลลิกรัมต่อลิตร)



ภาพผนวก 3 กราฟมาตรฐานของสารละลายมาตรฐานโทลูอีน (ไมโครกรัมต่อ 2 ไมโครลิตร)

ตารางผนวก 2 % Recovery ของกรดฮิพพิวริคในปัสสาวะ

$C_9H_9NO_3$ added 500mg/100ml	Absorbance	Quantity found(mg)	Quantity found against sample blank (mg)	% Recovery		
				$\bar{X}$	$\bar{X}$ ±SD	% SD
0	0.151	0.0754				
0	0.137	0.0684 } 0.0739	-	-	-	-
0	0.156	0.0779				
0.05	0.246	0.1228	0.0489	97.906		
0.05	0.238	0.1188	0.0449	89.914	93.244±4.159	4.460
0.05	0.240	0.1198	0.0459	91.912		
0.1	0.320	0.1598	0.0859	85.918		
0.1	0.364	0.1818	0.1078	107.897	95.908±11.124	11.599
0.1	0.336	0.1678	0.0939	93.910		

ตารางผนวก 3 การคำนวณหา Desorption efficiency

ตัวอย่างการคำนวณหา Desorption efficiency

$$\text{สูตร D.E.} = \frac{\text{Average weight recovered } (\mu g)}{\text{weight added } (\mu g)}$$

ความหนาแน่นของโทลูอีน = 0.866 กรัมต่อมิลลิลิตร

1 มิลลิลิตร = 0.866×10^{6} ไมโครกรัม

10^{3} ไมโครลิตร = 0.866×10^{6} ไมโครกรัม

1 ไมโครลิตร = 0.866×10^{3} ไมโครกรัม

โทลูอีน 1 ไมโครลิตร = 0.866×10^{3} ไมโครกรัม

สารละลายโทลูอีน 1.5×10^{3} ไมโครลิตร มีโทลูอีน = 0.866×10^{3} ไมโครกรัม

ดังนั้น สารละลายโทลูอีน 2 ไมโครลิตร มีโทลูอีน = $\frac{0.866\times10^{3}}{1.5\times10^{3}}$ = 1.15 ไมโครกรัม

จากความสูงของ peak = 33,970 หน่วยสัญญาณ มีโทลูอีน 1.15 ไมโครกรัม

จากความสูงของ peak = 29,960 หน่วยสัญญาณ มีโทลูอีน $\frac{1.15\times29,960}{33,970}$ ไมโครกรัม

สารละลาย 2 ไมโครลิตร มี โทลูอีน $\frac{1.15\times29,960}{33,970}$ ไมโครกรัม

ถ้าสารละลาย 1.5×10^{3} มี โทลูอีน $\frac{1.15\times29,960\times1.5\times10^{3}}{33,970\times2}$ = 760.67 ไมโครกรัม

$$\text{D.E.} = \frac{760.67}{866} = 87.84$$

นั่นคือ หลอดที่ 1 มี Desorption Efficiency = 87.84 %

ตารางผนวก 4 ประสิทธิภาพการดูดซับของหลอดผงถ่าน (Desorption efficiency)

หลอดที่	Desorption efficiency	% Desorption efficiency
1	0.8784	87.84
2	0.7047	70.47
3	0.7358	73.58
4	0.9907	99.07
5	0.9631	96.31
ค่าเฉลี่ย	0.8545	85.45

ตารางผนวก 5 ปริมาณความเข้มข้นของโทลูอีนในบรรยากาศการทำงานในโรงงานผลิตเฟอร์นิเจอร์ไม้ยางพาราในอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

ปริมาณความเข้มข้นของโทลูอีนในบรรยากาศการทำงาน (ส่วนต่อล้านส่วน)												
โรงงาน	A			B			C			D		
ครั้งที่	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
	0.03	0.07	0.11	1.73	1.12	1.44	6.00	1.36	1.49	1.04	11.15	9.01
	0.02	0.03	0.33	1.22	0.54	1.50	7.63	0.64	4.66	1.33	8.35	8.96
	0.11	0.10	0.14	0.16	1.95	0.43	6.28	3.11	4.12	1.76	7.85	24.72
	0.03	0.41	0.06	0.43	0.20	0.28	8.08	4.79	2.80	1.23	11.69	36.02
	0.06	0.04	1.23	1.31	1.71	0.25	0.62	3.10	4.45	1.58	17.63	22.07
	0.03	0.09	2.97	0.58	0.50	2.53	5.00	12.76	0.36	1.11	3.68	7.79
	0.03	0.05	0.13	1.38	0.47	1.06	6.59	2.99	1.87	0.64	6.74	26.85
	0.03	0.03	0.15	0.41	0.60	2.78	0.67	1.76	0.42	1.81	4.99	27.31
$\bar{X}$±S.D.	0.26±0.63			1.02±0.74			3.81±3.03			10.22±10.17		
n	24			24			24			24		

หมายเหตุ $\bar{X}$±S.D. หมายถึง ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

n หมายถึง ขนาดตัวอย่าง

ตารางผนวก 6 ปริมาณความเข้มข้นของกรดฮิพพิวริคในปัสสาวะก่อนปฏิบัติงานของคนงานแผนกพ่นสีและพ่นเคลือบสีในโรงงานผลิตเฟอร์นิเจอร์ไม้ยางพารา ในอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา (มิลลิกรัมต่อลิตร)

โรงงาน	A	B	C	D
	56.90	265.40	397.24	921.41
	391.49	557.00	366.57	479.36
	163.77	127.03	621.70	452.09
	378.59	342.58	27.30	621.78
	459.70	366.56	355.40	672.92
	521.70	194.46	410.41	506.94
	287.00	276.34	702.50	265.40
	694.00	374.20	416.60	517.84
	284.90	621.20	345.60	203.90
	397.00	427.50	367.39	157.70
	591.41	557.40	410.50	
	38.43	522.49		
	203.90	236.50		
	179.70			
	732.20			
	276.30			
	630.77			
	397.20			
	194.46			
	179.00			
	700.00			
$\bar{X}$±S.D.	369.45±212.09	374.51±154.82	401.93±169.45	479.93±231.24
n	21	13	11	10

หมายเหตุ $\bar{X}$±S.D. หมายถึง ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

n หมายถึง ขนาดตัวอย่าง

ตารางผนวก 7 ปริมาณความเข้มข้นของกรดฮิพพิวริคในปัสสาวะหลังปฏิบัติงานของคนงานแผนกพ่นสีและพ่นเคลือบสีในโรงงานผลิตเฟอร์นิเจอร์ไม้ยางพารา ในอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา (มิลลิกรัมต่อลิตร)

โรงงาน	A	B	C	D
	218.28	2445.20	928.17	3149.6
	978.56	732.77	826.71	915.82
	507.53	823.58	2153.50	1311.50
	881.29	1238.19	1651.08	1775.71
	598.11	789.53	1112.66	1776.20
	1127.33	1027.95	1531.70	1156.21
	986.42	1972.84	1646.79	1314.90
	743.02	1023.50	1870.49	1154.10
	429.46	1632.29	881.25	834.23
	811.68	1193.10	753.30	2219.44
	1195.66	1041.93	1475.40	
	960.58	1001.45		
	554.63	489.06		
	1406.82			
	1038.56			
	845.01			
	833.69			
	700.83			
	977.80			
	825.93			
	839.24			
$\bar{X}$±S.D.	831.45±271.98	1185.49±539.48	1348.28±472.00	1560.77±702.87
n	21	13	11	10

หมายเหตุ $\bar{X}$±S.D. หมายถึง ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

n หมายถึง ขนาดตัวอย่าง

ตารางผนวก 8 ผลการตรวจหาปริมาณความเข้มข้นของโทลูอีนในบรรยากาศการทำงาน โรงงาน A ครั้งที่ 1

ชั่วโมง	เวลา	อุณหภูมิ (°C)	ความดันอากาศ (mm/Hg)	ความสูงของ peak	ไมโครกรัมต่อ 2 ไมโครลิตร	ไมโครกรัมต่อ 1.5 มิลลิลิตร	มิลลิกรัมต่อ 12 ลิตรอากาศ	มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร	ส่วนต่อล้านส่วน
1	8.00-9.00	27.5	758.99	62	0.002	1.486	0.0015	0.124	0.03
2	9.00-10.00	28	759.44	43	0.001	1.031	0.0010	0.086	0.02
3	10.00-11.00	28	759.66	206	0.007	4.938	0.0049	0.411	0.11
4	11.00-12.00	29	759.81	58	0.002	1.390	0.0014	0.116	0.03
5	13.00-14.00	30	760.04	103	0.003	2.469	0.0025	0.206	0.06
6	14.00-15.00	30	759.96	59	0.002	1.414	0.0014	0.118	0.03
7	15.00-16.00	31	759.06	63	0.002	1.510	0.0015	0.126	0.03
8	16.00-17.00	31	758.09	54	0.002	1.295	0.0013	0.108	0.03

ตารางผนวก 9 ผลการตรวจหาปริมาณความเข้มข้นของโทลูอีนในบรรยากาศการทำงาน โรงงาน A ครั้งที่ 2

ชั่วโมง	เวลา	อุณหภูมิ (°C)	ความดันอากาศ (mm/Hg)	ความสูงของ peak	ไมโครกรัมต่อ 2 ไมโครลิตร	ไมโครกรัมต่อ 1.5 มิลลิลิตร	มิลลิกรัมต่อ 12 ลิตรอากาศ	มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร	ส่วนต่อล้านส่วน
1	8.00-9.00	28.5	759.51	123	0.004	2.949	0.0029	0.246	0.07
2	9.00-10.00	28.5	759.29	52	0.002	1.247	0.0012	0.104	0.03
3	10.00-11.00	29	759.04	192	0.006	4.603	0.0046	0.383	0.10
4	11.00-12.00	29	759.59	756	0.024	18.124	0.0181	1.510	0.41
5	13.00-14.00	30	759.36	81	0.003	1.942	0.0019	0.162	0.04
6	14.00-15.00	30	758.71	172	0.005	4.123	0.0041	0.344	0.09
7	15.00-16.00	30.5	758.09	84	0.003	2.013	0.0020	0.168	0.05
8	16.00-17.00	30.5	757.56	52	0.002	1.247	0.0012	0.104	0.03

ตารางผนวก 10 ผลการตรวจหาปริมาณความเข้มข้นของโทลูอีนในบรรยากาศการทำงาน โรงงาน A ครั้งที่ 3

ชั่วโมง	เวลา	อุณหภูมิ (°C)	ความดันอากาศ (mm/Hg)	ความสูงของ peak	ไมโครกรัมต่อ 2 ไมโครลิตร	ไมโครกรัมต่อ 1.5 มิลลิลิตร	มิลลิกรัมต่อ 12 ลิตรอากาศ	มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร	ส่วนต่อล้านส่วน
1	8.00-9.00	29	759.74	212	0.007	5.082	0.0050	0.423	0.11
2	9.00-10.00	29	759.66	617	0.020	14.791	0.0148	1.233	0.33
3	10.00-11.00	29.5	759.81	256	0.008	6.137	0.0061	0.511	0.14
4	11.00-12.00	29.5	759.81	106	0.003	2.541	0.0025	0.212	0.06
5	13.00-14.00	30	759.51	2267	0.072	54.347	0.0543	4.529	1.23
6	14.00-15.00	30.5	758.91	5503	0.176	131.925	0.1319	10.994	2.97
7	15.00-16.00	31	758.24	243	0.008	5.825	0.0058	0.485	0.13
8	16.00-17.00	31	757.94	268	0.009	6.425	0.0064	0.535	0.15

ตารางผนวก 11 ผลการตรวจหาปริมาณความเข้มข้นของโทลูอีนในบรรยากาศการทำงาน โรงงาน B ครั้งที่ 1

ชั่วโมง	เวลา	อุณหภูมิ (°C)	ความดันอากาศ (mm/Hg)	ความสูงของ peak	ไมโครกรัมต่อ 2 ไมโครลิตร	ไมโครกรัมต่อ 1.5 มิลลิลิตร	มิลลิกรัมต่อ 12 ลิตรอากาศ	มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร	ส่วนต่อล้านส่วน
1	8.00-9.00	29	759.44	3209	0.103	76.930	0.0769	6.411	1.73
2	9.00-10.00	31	759.81	2261	0.072	54.203	0.0542	4.517	1.22
3	10.00-11.00	29.5	760.04	296	0.009	7.096	0.0071	0.591	0.16
4	11.00-12.00	31.5	759.81	800	0.026	19.179	0.0192	1.598	0.43
5	13.00-14.00	30	758.09	2430	0.078	58.255	0.0583	4.855	1.31
6	14.00-15.00	29	757.71	1076	0.034	25.795	0.0258	2.149	0.58
7	15.00-16.00	30	757.19	2558	0.082	61.323	0.0613	5.110	1.38
8	16.00-17.00	30	757.34	751	0.024	18.004	0.0180	1.500	0.41

ตารางผนวก 12 ผลการตรวจหาปริมาณความเข้มข้นของโทลูอีนในบรรยากาศการทำงาน โรงงาน B ครั้งที่ 2

ชั่วโมง	เวลา	อุณหภูมิ (°C)	ความดันอากาศ (mm/Hg)	ความสูงของ peak	ไมโครกรัมต่อ 2 ไมโครลิตร	ไมโครกรัมต่อ 1.5 มิลลิลิตร	มิลลิกรัมต่อ 12 ลิตรอากาศ	มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร	ส่วนต่อล้านส่วน
1	8.00-9.00	30	759.51	2076	0.066	49.769	0.0498	4.147	1.12
2	9.00-10.00	30	759.81	1003	0.032	24.045	0.0240	2.004	0.54
3	10.00-11.00	31.5	759.59	3591	0.115	86.088	0.0861	7.174	1.95
4	11.00-12.00	32	759.29	362	0.012	8.678	0.0087	0.723	0.20
5	13.00-14.00	33	758.24	3132	0.100	75.084	0.0751	6.257	1.71
6	14.00-15.00	32.5	757.94	915	0.029	21.935	0.0219	1.828	0.50
7	15.00-16.00	32	757.71	854	0.027	20.473	0.0205	1.706	0.47
8	16.00-17.00	31	757.04	1105	0.035	26.490	0.0265	2.207	0.60

ตารางผนวก 13 ผลการตรวจหาปริมาณความเข้มข้นของโทลูอีนในบรรยากาศการทำงาน โรงงาน B ครั้งที่ 3

ชั่วโมง	เวลา	อุณหภูมิ (°C)	ความดันอากาศ (mm/Hg)	ความสูงของ peak	ไมโครกรัมต่อ 2 ไมโครลิตร	ไมโครกรัมต่อ 1.5 มิลลิลิตร	มิลลิกรัมต่อ 12 ลิตรอากาศ	มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร	ส่วนต่อล้านส่วน
1	8.00-9.00	27.5	759.74	2695	0.086	64.608	0.0646	5.384	1.44
2	9.00-10.00	29	759.66	2563	0.089	66.835	0.0668	5.569	1.50
3	10.00-11.00	30	759.51	738	0.026	19.245	0.0192	1.604	0.43
4	11.00-12.00	32	759.06	470	0.016	12.256	0.0123	1.021	0.28
5	13.00-14.00	31	758.91	423	0.015	11.030	0.0110	0.919	0.25
6	14.00-15.00	30.5	757.09	4672	0.149	112.003	0.1120	9.333	2.53
7	15.00-16.00	32	757.86	1956	0.063	46.891	0.0469	3.908	1.06
8	16.00-17.00	32	757.49	5105	0.163	122.383	0.1224	10.199	2.78

ตารางผนวก 14 ผลการตรวจหาปริมาณความเข้มข้นของโทลูอีนในบรรยากาศการทำงาน โรงงาน C ครั้งที่ 1

ชั่วโมง	เวลา	อุณหภูมิ (°C)	ความดันอากาศ (mm/Hg)	ความสูงของ peak	ไมโครกรัมต่อ 2 ไมโครลิตร	ไมโครกรัมต่อ 1.5 มิลลิลิตร	มิลลิกรัมต่อ 12 ลิตรอากาศ	มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร	ส่วนต่อล้านส่วน
1	8.00-9.00	29	761.16	11182	0.357	268.068	0.2681	22.339	6.00
2	9.00-10.00	29	761.54	14220	0.455	340.899	0.3409	28.408	7.63
3	10.00-11.00	29.5	761.09	11676	0.373	279.911	0.2799	23.326	6.28
4	11.00-12.00	29	761.71	15054	0.481	360.893	0.3609	30.074	8.08
5	13.00-14.00	30	759.81	1151	0.037	27.593	0.0276	2.299	0.62
6	14.00-15.00	30.5	759.36	9249	0.296	221.728	0.2217	18.477	5.00
7	15.00-16.00	30	758.69	12229	0.391	293.168	0.2932	24.431	6.59
8	16.00-17.00	30.5	758.69	1234	0.039	29.583	0.0296	2.465	0.67

ตารางผนวก 15 ผลการตรวจหาปริมาณความเข้มข้นของโทลูอีนในบรรยากาศการทำงาน โรงงาน C ครั้งที่ 2

ชั่วโมง	เวลา	อุณหภูมิ (°C)	ความดันอากาศ (mm/Hg)	ความสูงของ peak	ไมโครกรัมต่อ 2 ไมโครลิตร	ไมโครกรัมต่อ 1.5 มิลลิลิตร	มิลลิกรัมต่อ 12 ลิตรอากาศ	มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร	ส่วนต่อล้านส่วน
1	8.00-9.00	29	760.79	2537	0.081	60.820	0.0608	5.068	1.36
2	9.00-10.00	29.5	761.39	1190	0.038	28.528	0.0285	2.377	0.64
3	10.00-11.00	29.5	761.61	5785	0.185	138.685	0.1387	11.557	3.11
4	11.00-12.00	30	760.79	8901	0.285	213.385	0.2134	17.782	4.79
5	13.00-14.00	30	760.41	5757	0.184	138.014	0.1380	11.501	3.10
6	14.00-15.00	30.5	760.11	23642	0.756	566.775	0.5668	47.231	12.764
7	15.00-16.00	30	759.81	5549	0.177	133.027	0.1330	11.086	2.99
8	16.00-17.00	30	758.91	3251	0.104	77.937	0.0779	6.495	1.75

ตารางผนวก 16 ผลการตรวจหาปริมาณความเข้มข้นของโทลูอีนในบรรยากาศการทำงาน โรงงาน C ครั้งที่ 3

ชั่วโมง	เวลา	อุณหภูมิ (°C)	ความดันอากาศ (mm/Hg)	ความสูงของ peak	ไมโครกรัมต่อ 2 ไมโครลิตร	ไมโครกรัมต่อ 1.5 มิลลิลิตร	มิลลิกรัมต่อ 12 ลิตรอากาศ	มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร	ส่วนต่อล้านส่วน
1	8.00-9.00	29.5	760.16	2776	0.089	66.550	0.0665	5.546	1.49
2	9.00-10.00	29	760.39	8674	0.277	207.944	0.2079	17.329	4.66
3	10.00-11.00	29.5	761.5	7671	0.245	183.898	0.1839	15.325	4.12
4	11.00-12.00	30.5	760.41	5185	0.166	124.301	0.1243	10.358	2.80
5	13.00-14.00	30	760.41	8263	0.264	198.091	0.1981	16.507	4.45
6	14.00-15.00	31	759.36	672	0.021	16.110	0.0161	1.342	0.36
7	15.00-16.00	30.5	758.91	3450	0.110	82.707	0.0827	6.892	1.87
8	16.00-17.00	30	758.84	783	0.025	18.771	0.0188	1.564	0.42

ตารางผนวก 17 ผลการตรวจหาปริมาณความเข้มข้นของโทลูอีนในบรรยากาศการทำงาน โรงงาน D ครั้งที่ 1

ชั่วโมง	เวลา	อุณหภูมิ (°C)	ความดันอากาศ (mm/Hg)	ความสูงของ peak	ไมโครกรัมต่อ 2 ไมโครลิตร	ไมโครกรัมต่อ 1.5 มิลลิลิตร	มิลลิกรัมต่อ 12 ลิตรอากาศ	มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร	ส่วนต่อล้านส่วน
1	8.00-9.00	29.5	759.36	1929	0.062	46.244	0.0462	3.854	1.04
2	9.00-10.00	29.5	759.51	2474	0.079	59.310	0.0593	4.942	1.33
3	10.00-11.00	29.5	759.74	3267	0.104	78.320	0.0783	6.527	1.76
4	11.00-12.00	30	759.74	2272	0.073	54.467	0.0545	4.539	1.23
5	13.00-14.00	30	759.59	2936	0.094	70.385	0.0704	5.865	1.58
6	14.00-15.00	30.5	758.84	2060	0.066	49.385	0.0494	4.110	1.11
7	15.00-16.00	30.5	758.61	1180	0.038	28.288	0.0283	2.357	0.64
8	16.00-17.00	30	757.86	3339	0.107	80.046	0.0800	6.670	1.81

ตารางผนวก 18 ผลการตรวจหาปริมาณความเข้มข้นของโทลูอีนในบรรยากาศการทำงาน โรงงาน D ครั้งที่ 2

ชั่วโมง	เวลา	อุณหภูมิ (°C)	ความดันอากาศ (mm/Hg)	ความสูงของ peak	ไมโครกรัมต่อ 2 ไมโครลิตร	ไมโครกรัมต่อ 1.5 มิลลิลิตร	มิลลิกรัมต่อ 12 ลิตรอากาศ	มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร	ส่วนต่อล้านส่วน
1	8.00-9.00	30.5	759.51	20676	0.661	495.670	0.4957	41.306	11.15
2	9.00-10.00	30.5	759.74	15435	0.493	370.026	0.3700	30.835	8.35
3	10.00-11.00	31	759.74	14517	0.464	348.019	0.3480	29.001	7.85
4	11.00-12.00	31	759.44	19820	0.689	516.840	0.1568	43.070	11.69
5	13.00-14.00	31.5	759.21	29782	1.035	776.616	0.7766	64.718	17.63
6	14.00-15.00	32	758.84	6762	0.216	162.107	0.1621	13.509	3.67
7	15.00-16.00	32.5	758.01	12503	0.400	299.737	0.2997	24.978	6.74
8	16.00-17.00	32	757.94	9163	0.293	219.67	0.2197	18.305	4.99

ตารางผนวก 19 ผลการตรวจหาปริมาณความเข้มข้นของโทลูอีนในบรรยากาศการทำงาน โรงงาน D ครั้งที่ 3

ชั่วโมง	เวลา	อุณหภูมิ (°C)	ความดันอากาศ (mm/Hg)	ความสูงของ peak	ไมโครกรัมต่อ 2 ไมโครลิตร	ไมโครกรัมต่อ 1.5 มิลลิลิตร	มิลลิกรัมต่อ 12 ลิตรอากาศ	มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร	ส่วนต่อล้านส่วน
1	8.00-9.00	28	758.99	16809	0.537	402.966	0.4030	33.580	9.01
2	9.00-10.00	28	760.11	16734	0.535	401.168	0.4012	33.431	8.96
3	10.00-11.00	28	760.64	46209	1.477	1107.778	1.1078	92.315	24.72
4	11.00-12.00	28.5	760.49	67195	2.148	1610.879	1.6109	134.240	36.02
5	13.00-14.00	29	758.99	41025	1.311	983.501	0.9835	81.958	22.07
6	14.00-15.00	28	758.61	14511	0.464	347.875	0.3479	28.989	7.79
7	15.00-16.00	28.5	757.86	49922	1.596	1196.790	1.1968	99.733	26.85
8	16.00-17.00	29	757.94	46124	1.604	1202.761	1.2028	100.230	27.31

ตารางผนวก 20 ร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตาม เพศ อายุ ส่วนสูง และน้ำหนัก

เพศ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
ชาย	21	60.38
หญิง	32	39.62
รวม	53	100
อายุ (ปี)	จำนวน (คน)	ร้อยละ
15-25	42	79.25
26-36	11	20.75
รวม	53	100
ส่วนสูง (เซนติเมตร)	จำนวน (คน)	ร้อยละ
140-150	9	16.98
151-160	23	43.40
161-170	16	30.19
171-180	5	9.43
รวม	53	100
น้ำหนัก (กิโลกรัม)	จำนวน (คน)	ร้อยละ
40-50	37	69.81
51-60	14	26.42
61-70	2	3.77
รวม	53	100

ตารางผนวก 21 ร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตาม สถานภาพสมรสและการศึกษา

สถานภาพสมรส	จำนวน (คน)	ร้อยละ
โสด	34	64.15
สมรส	18	33.96
หย่าร้าง	1	1.89
รวม	53	100
การศึกษาขั้นสูงสุด	จำนวน (คน)	ร้อยละ
ประถมศึกษาปีที่6	26	49.06
มัธยมต้น	17	32.08
มัธยมปลายหรือปวช.	8	15.09
อนุปริญญาหรือปวส.	2	3.77
รวม	53	100

ตารางผนวก 22 ร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตาม ประวัติการสูบบุหรี่ ประวัติการดื่มสุรา การใช้ยาและโรคประจำตัว

ประวัติการสูบบุหรี่	จำนวน (คน)	ร้อยละ
ไม่สูบเลย	44	83.02
เคยสูบแต่ปัจจุบันเลิกแล้ว	2	3.77
ปัจจุบันสูบบุหรี่	7	13.21
รวม	53	100
การสูบบุหรี่ในที่ทำงาน	จำนวน (คน)	ร้อยละ
ไม่สูบ	48	90.57
สูบบ้างเป็นบางครั้ง	5	9.43
รวม	53	100

ตารางผนวก 22 ร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตาม ประวัติการสูบบุหรี่ ประวัติการดื่มสุรา การใช้ยาและโรคประจำตัว (ต่อ)

ประวัติการดื่มสุรา	จำนวน (คน)	ร้อยละ
ไม่เคยดื่ม	36	67.93
เคยดื่มแต่ปัจจุบันเลิกแล้ว	9	16.98
ปัจจุบันดื่มสุรา	8	15.09
รวม	53	100
การใช้ยาเป็นประจำ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
ใช้	43	81.13
ไม่ใช้	10	18.87
รวม	53	100
ยาที่ใช้เป็นประจำ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
ยาแก้ปวด	7	16.28
ยาแก้แพ้	1	2.33
ยาตามแพทย์สั่ง	35	81.39
รวม	43	100
โรคประจำตัว	จำนวน (คน)	ร้อยละ
มีโรคประจำตัว	10	18.87
ไม่มีโรคประจำตัว	43	81.13
รวม	53	100
โรคประจำตัว	จำนวน (คน)	ร้อยละ
โรคหอบหืด	3	30.00
โรคภูมิแพ้	4	40.00
โรคเลือด	1	10.00
โรคกระเพาะอาหาร	2	20.00
รวม	10	100

ตารางผนวก 23 ร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตาม อายุการทำงาน การสวมถุงมือป้องกัน การล้างมือ การมีชุดทำงาน และการใส่หน้ากากป้องกัน

อายุการทำงาน	จำนวน(คน)	ร้อยละ
1 เดือน-1 ปี	23	43.40
1 ปี1 เดือน-3ปี	18	33.96
3 ปี1 เดือน-5 ปี	7	13.21
5 ปี1 เดือน-8 ปี	5	9.44
รวม	53	100
การสวมถุงมือป้องกัน	จำนวน(คน)	ร้อยละ
สวมทุกครั้ง	10	18.87
สวมบ้างเป็นบางครั้ง	26	49.06
ไม่สวมเลย	17	32.07
รวม	53	100
การล้างมือหลังเลิกงาน	จำนวน(คน)	ร้อยละ
ล้างทุกครั้ง	30	56.60
ล้างบ้างเป็นบางครั้ง	19	35.85
ไม่ล้างเลย	4	7.55
รวม	53	100
การล้างมือระหว่างพักรับประทานอาหาร	จำนวน (คน)	ร้อยละ
ล้างทุกครั้ง	35	66.04
ล้างบ้างเป็นบางครั้ง	17	32.07
ไม่ล้างเลย	1	1.89
รวม	53	100

ตารางผนวก 23 ร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตาม อายุการทำงาน การสวมถุงมือป้องกัน การล้างมือ การมีชุดทำงาน และการใส่หน้ากากป้องกัน (ต่อ)

การมีชุดทำงาน	จำนวน (คน)	ร้อยละ
มี	35	66.04
ไม่มี	18	33.96
รวม	53	100
การใส่หน้ากากป้องกัน	จำนวน (คน)	ร้อยละ
ใส่ทุกครั้ง	27	50.94
ใส่บ้างเป็นบางครั้ง	21	39.63
ไม่ใส่เลย	5	9.43
รวม	53	100
ความคิดเห็นต่อการใส่หน้ากาก	จำนวน (คน)	ร้อยละ
ป้องกันได้	40	75.47
ป้องกันไม่ได้	7	13.21
ไม่ทราบ	6	11.32
รวม	53	100

ตารางผนวก 24 ร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตาม อาการและความรู้สึก

อาการและความรู้สึก	จำนวน (คน) ต่อทั้งหมด53คน	ร้อยละ
อาการปวดศีรษะ	34	64.15
อาการเหนื่อยล้า	27	50.94
อาการระคายเคืองผิวหนัง	21	39.62
อาการแน่นหน้าอก	19	35.85
อาการคลื่นเหียน	14	26.41
อาการมึนงงและสับสน	14	26.41
อาการอิดโรย	14	26 .41
อาการเซื่องซึม	13	24.53
อาการเบื่ออาหาร	12	22.64
อาการตกใจง่าย	10	18.87
อาการนอนไม่หลับ	10	18.87
อาการตาพร่า	9	16.98
อาการหลงลืมง่าย	9	16.98
อาการตัวสั่นกระตุก	9	16.98
อาการเดินโซเซ	8	15.09

ภาคผนวก ข

แบบสอบถามเพื่อวิทยานิพนธ์
แบบสอบถามชุดนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิทยานิพนธ์ เรื่องปริมาณกรดฮิพพิวริคใน
ปัสสาวะของคนงานโรงงานผลิตเฟอร์นิเจอร์ไม้ยางพารา
ในอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา
สาขาอนามัยสิ่งแวดล้อม คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

<u>คำชี้แจง</u>

แบบสอบถามทั้งหมดแบ่งออกเป็น 3 ส่วน จำนวน 37 ข้อ
ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป จำนวน 13 ข้อ
ส่วนที่ 2 ข้อมูลความเสี่ยงต่อการได้รับสารโทลูอีน จำนวน 9 ข้อ
ส่วนที่ 3 ข้อมูลอาการและความรู้สึก จำนวน 15 ข้อ

<u>ส่วนที่ 1</u> ข้อมูลทั่วไป

ชื่อโรงงาน .....

ชื่อ.....นามสกุล.....

1. อายุ ..... ปี

2. เพศ 1[ ] ชาย 2[ ] หญิง

3. สูง ..... ซม.

4. น้ำหนัก ..... กก.

5. สถานภาพสมรส 1[ ] โสด 2[ ] สมรส 3[ ] หย่า 4[ ] อื่นๆ

6. การศึกษาขั้นสูงสุด 1[ ] ป.6 2[ ] มัธยมต้น 3[ ] มัธยมปลายหรือปวช.
4[ ] อนุปริญญาหรือปวส.

7. ประวัติการสูบบุหรี่ 1[ ] ไม่เคยสูบบุหรี่
2[ ] เคยสูบ แต่ปัจจุบันเลิกแล้ว
3[ ] ปัจจุบันสูบบุหรี่ สูบวันละ..... มวน

8. ท่านสูบบุหรี่ในที่ทำงานหรือไม่
1[ ] ไม่เคยเลย 2[ ] สูบบ้างไม่สูบบ้าง 3[ ] สูบเป็นประจำ

9. ประวัติการดื่มสุรา 1[ ] ไม่เคยดื่มสุรา
2[ ] เคยดื่ม แต่ปัจจุบันเลิกดื่ม
3[ ] ปัจจุบันดื่มสุรา ดื่มสุรา.....ครั้ง/สัปดาห์ ครั้งละ.....กั๊ก/ครั้ง

10. ท่านใช้ยาเป็นประจำ มากกว่า 3 ครั้ง/สัปดาห์
1[ ] ใช่ 2[ ] ไม่ใช่
<u>ถ้าใช่</u> 10.1 ยาที่ใช้คือ 1 [ ] ยาแก้ปวด 2 [ ] ยาแก้แพ้ 3 [ ] อื่นๆ(ระบุ).....

11. ท่านมีโรคประจำตัวหรือไม่
1 [ ] ใช่ 2 [ ] ไม่ใช่
<u>ถ้าใช่</u> 11.1 โรคประจำตัวของท่านคือ 1 [ ] หอบหืด 2 [ ] ภูมิแพ้
3 [ ] โรคเลือด 4 [ ] โรคความดันโลหิตสูง 5 [ ] วัณโรคปอด
6 [ ] ตับอักเสบ 7 [ ] โรคไต 8 [ ] อื่นๆ(ระบุ).....

12. อาหารมื้อเย็นที่ท่านรับประทานมีอะไรบ้าง (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

1[ ] ผัก 2[ ] ผลไม้ 3[ ] บะหมี่กึ่งสำเร็จรูป 4[ ] ของดอง

5[ ] เครื่องดื่มจำพวกน้ำอัดลม 6 [ ] อื่นๆ(ระบุ)————————

13. อาหารมื้อเช้า ที่ท่านรับประทานมีอะไรบ้าง (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

1[ ] ผัก 2[ ] ผลไม้ 3[ ] บะหมี่กึ่งสำเร็จรูป 4[ ] ของดอง

5[ ] เครื่องดื่มจำพวกน้ำอัดลม 6 [ ] อื่นๆ(ระบุ)————————

<u>ส่วนที่ 2</u> ความเสี่ยงต่อการได้รับสารโทลูอีน

14. ทำงานในแผนกพ่นสีมาแล้ว ..... ปี

15. ปัจจุบันทำงานวันละ .....ชั่วโมง

16. ทำงานสัปดาห์ละ ..... วัน

17. ขณะทำงานท่านสวมถุงมือป้องกันหรือไม่

1[ ] สวมทุกครั้ง 2[ ] สวมบ้างไม่สวมบ้าง 3[ ] ไม่เคยสวมเลย

18. ท่านล้างมือฟอกสบู่ทุกครั้งหลังเลิกงาน

1[ ] ล้างมือทุกครั้ง 2[ ] ล้างบ้างไม่ล้างบ้าง 3[ ] ไม่เคยล้างมือเลย

19. ในเวลาหยุดพักระหว่างการทำงานเพื่อรับประทานอาหาร ท่านล้างมือก่อนหรือไม่

1[ ] ล้างมือทุกครั้ง 2[ ] ล้างบ้างไม่ล้างบ้าง 3[ ] ไม่เคยล้างมือเลย

20. ท่านมีชุดทำงานหรือไม่

1[ ] มี 2[ ] ไม่มี

21. ขณะทำงานท่านใส่หน้ากากป้องกันตาและจมูกหรือไม่

1[ ] ใส่เป็นประจำใช่ 2[ ] ใส่บ้างไม่ใส่บ้าง 3[ ] ไม่เคยใส่

22. หน้ากากป้องกันตาและจมูกที่ท่านใช้เป็นชนิดใด ระบุยี่ห้อและรายละเอียด .....

1[ ] ป้องกันได้ 2[ ] ป้องกันไม่ได้ 3[ ] ไม่ทราบ

ส่วนที่ 3 ข้อมูลอาการและความรู้สึก

ตั้งแต่ทำงานในแผนกพ่นสีและพ่นเคลือบสีท่านมีอาการดังต่อไปนี้เป็นประจำในรอบ 1 เดือนที่ผ่านมา

23. มีอาการปวดศีรษะ

1[ ] ใช่ 2[ ] ไม่ใช่

24. มีอาการคลื่นเหียน

1[ ] ใช่ 2[ ] ไม่ใช่

25. มีอาการมึนงง และสับสน

1[ ] ใช่ 2[ ] ไม่ใช่

26. มีอาการอิดโรย

1[ ] ใช่ 2[ ] ไม่ใช่

27. มีอาการเบื่ออาหาร

1[ ] ใช่ 2[ ] ไม่ใช่

28. มีอาการเหนื่อยล้า

1[ ] ใช่ 2[ ] ไม่ใช่

29. มีอาการตาพร่า

1[ ] ใช่ 2[ ] ไม่ใช่

30. มีอาการตกใจง่าย

1[ ] ใช่ 2[ ] ไม่ใช่

31. มีอาการเซื่องซึม

1[ ] ใช่ 2[ ] ไม่ใช่

32. มีอาการหลงลืมง่าย

1[ ] ใช่ 2[ ] ไม่ใช่

33. มีอาการนอนไม่หลับ

1[ ] ใช่ 2[ ] ไม่ใช่

34. มีอาการตัวสั่นกระตุก

1[ ] ใช่ 2[ ] ไม่ใช่

35. มีอาการแน่นหน้าอก

1[ ] ใช่ 2[ ] ไม่ใช่

36. มีอาการเดินโซเซ

1[ ] ใช่ 2[ ] ไม่ใช่

37. มีอาการระคายเคืองผิวหนัง

1[ ] ใช่ 2[ ] ไม่ใช่

ชื่อผู้สอบถาม

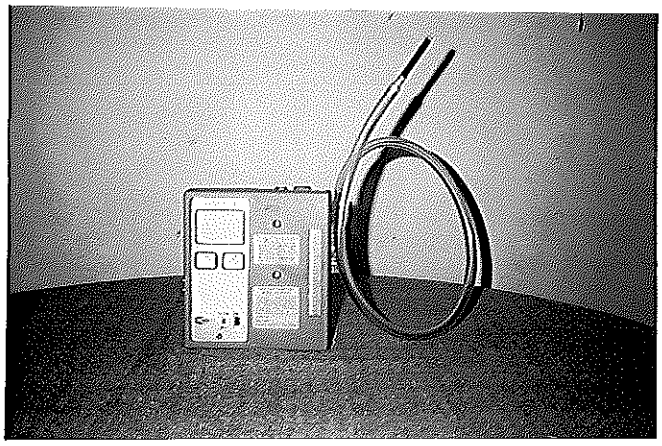
.....

วันที่ ..... เดือน ..... พ.ศ.....

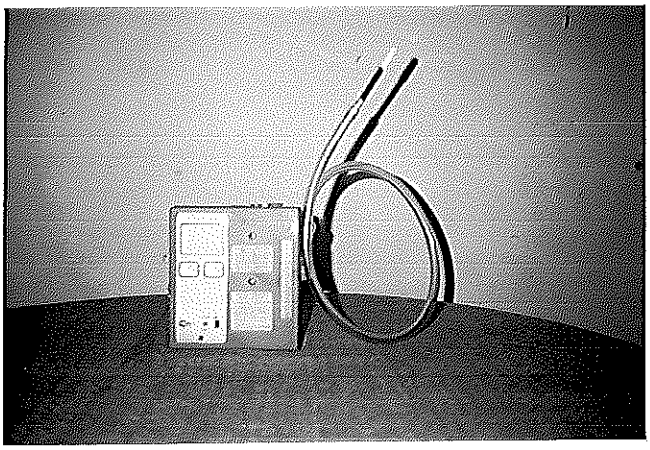
ภาคผนวก ค

เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บตัวอย่าง

ภาพประกอบผนวก 4 อุปกรณ์เก็บตัวอย่างปัสสาวะ (Polyethylene bottle)



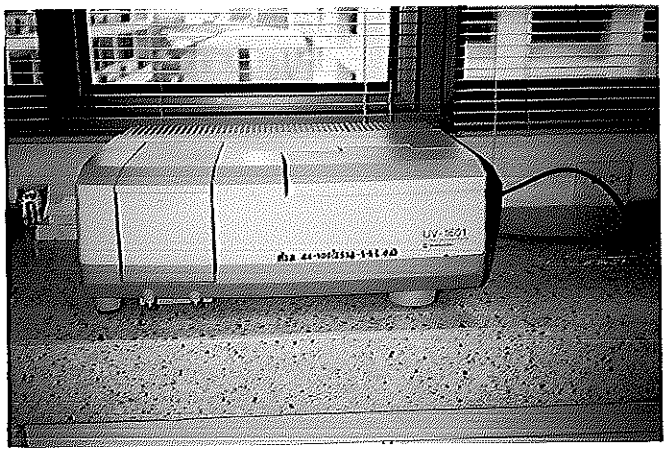
ภาพประกอบผนวก 5 อุปกรณ์เก็บตัวอย่างอากาศ (ขณะเก็บตัวอย่าง)



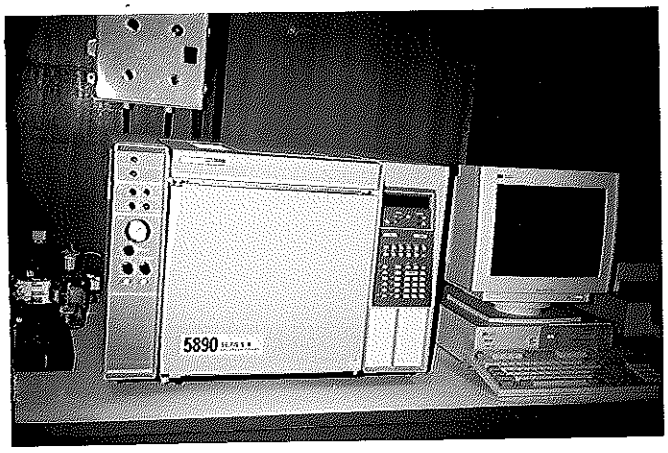
ภาพประกอบผนวก 6 อุปกรณ์เก็บตัวอย่างอากาศ (หลังเก็บตัวอย่าง)

ภาคผนวก ง

เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ตัวอย่าง



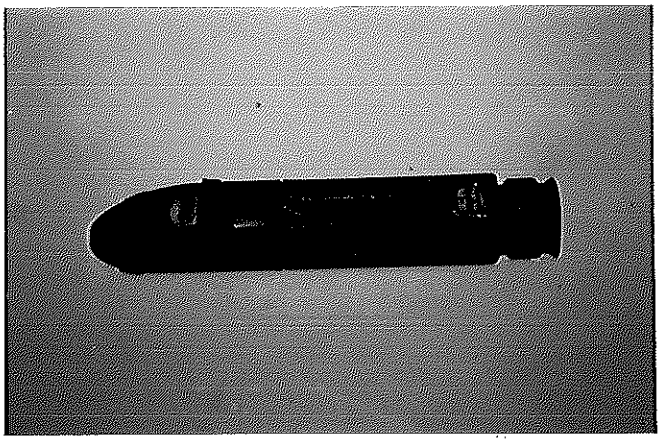
ภาพประกอบผนวก 7 เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (Spectrophotometer)



ภาพประกอบผนวก 8 เครื่องแก๊สโครมาโตกราฟ (Gas Chromatograph)

ภาพประกอบผนวก 9 เครื่องเซนตริฟิวจ์ (Centrifuge)

ภาพประกอบผนวก 10 เครื่องเขย่า (Touch mixer model 231)



ภาพประกอบผนวก 11 เครื่องวัดความถ่วงจำเพาะของปัสสาวะ (Atago hand refractometer)

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ นางสาวจินตนา จิตต์เขม้น

วัน เดือน ปี และสถานที่เกิด 3 มีนาคม 2515 จ. นครศรีธรรมราช

วุฒิการศึกษา

วุฒิ	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
พยาบาลศาสตรบัณฑิต	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์	2537
เกียรตินิยม อันดับ 1	วิทยาเขตหาดใหญ่	