

ผลกระทบของฝุ่นพีเอ็ม-เท็นและฝุ่นซิลิกาที่มีต่อภาวะสุขภาพของระบบทางเดินหายใจ
ของผู้ประกอบการสกัดหินและประชาชนที่อาศัยอยู่บริเวณใกล้เคียงในเขตจังหวัดสระบุรี

นางสาววิระอนงค์ ประสพโชค



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม สหสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2541

ISBN 974-331-193-9

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

EFFECTS OF PM-10 AND SILICA DUST ON RESPIRATORY HEALTH
OF ROCK CUTTING WORKERS AND NEARBY RESIDENTIAL
POPULATION IN SARABURI PROVINCE

Miss Weera-anong Prasopchoke

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science in Environmental Science

Inter-Department of Environmental Science

Graduate School

Chulalongkorn University

Academic Year 1998

ISBN 974-331-193-9

หัวข้อวิทยานิพนธ์ ผลกระทบของฝุ่นพีเอ็ม-ทีเอ็นและฝุ่นซิลิกาที่มีต่อภาวะสุขภาพของระบบทาง
เดินหายใจของผู้ประกอบการสกัดหินและประชาชนที่อาศัยอยู่บริเวณใกล้
เคียงในเขตจังหวัดสระบุรี
โดย นางสาววีระอนงค์ ประสพโชค
สาขาวิชา วิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม
อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วนิตา จินศาสตร์
ศาสตราจารย์ นายแพทย์สว่าง แสงหิรัญวัฒนา

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยฉบับนี้
เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต



คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(ศาสตราจารย์ นายแพทย์ สุภวัฒน์ ชุตินวงศ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์



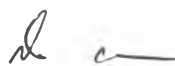
ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พิพัฒน์ พัฒนผลไพบูลย์)



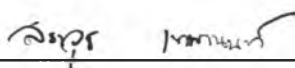
อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วนิตา จินศาสตร์)



อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

(ศาสตราจารย์ นายแพทย์สว่าง แสงหิรัญวัฒนา)



กรรมการ

(นายสรายุทธ เทพานนท์)

วีระอนงค์ ประสพโชค : ผลกระทบของฝุ่นพีเอ็ม-เท็นและฝุ่นซิลิกาที่มีต่อภาวะสุขภาพของระบบทางเดินหายใจของผู้ประกอบการสกัดหินและประชาชนที่อาศัยอยู่บริเวณใกล้เคียงในเขตจังหวัดสระบุรี (EFFECTS OF PM-10 AND SILICA DUST ON RESPIRATORY HEALTH OF ROCK CUTTING WORKERS AND NEARBY RESIDENTIAL POPULATION IN SARABURI PROVINCE) อ.ที่ปรึกษา : ผศ.ดร.วนิดา จีนศาสตร์, อ.ที่ปรึกษาร่วม : ศ.นพ.สว่าง แสงทริณัฐวัฒนา, 137 หน้า.ISBN 974-331-193-9.

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการศึกษผลกระทบต่อภาวะสุขภาพของระบบทางเดินหายใจของฝุ่นพีเอ็ม-เท็นและฝุ่นซิลิกา ในกลุ่มตัวอย่างที่ไม่สูบบุหรี่ อายุระหว่าง 20-65 ปี ในจังหวัดสระบุรีโดยทำการศึกษาโดยหาความสัมพันธ์ระหว่างอาการของระบบทางเดินหายใจกับปริมาณฝุ่นที่เป็นอันตรายต่อระบบทางเดินหายใจ โดยการใช้แบบสอบถามของ ATS-DLD 78A ภาคภาษาไทย จำนวน 600 ฉบับ ใน 3 หมู่บ้าน และ ตอบแบบสอบถามกลับมาเท่ากับ 58.67% ทำการตรวจสุขภาพระบบทางเดินหายใจโดยการตรวจสมรรถภาพปอด และ การถ่ายภาพรังสีทรวงอก ในกลุ่มศึกษาจำนวน 150 คน และในกลุ่มควบคุมจำนวน 85 คน ทำการเก็บตัวอย่างฝุ่นทั้ง 2 ชนิด โดยใช้เครื่องเก็บตัวอย่างอากาศแบบเฉพาะบุคคล ในกลุ่มศึกษาชนิดละ 60 ตัวอย่างและในกลุ่มควบคุมชนิดละ 20 ตัวอย่าง จากผลการตรวจวัด ในกลุ่มศึกษาพบว่า ค่าเฉลี่ยปริมาณฝุ่นรวมของพีเอ็ม-เท็นเท่ากับ 0.300 ± 0.375 มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตร ค่าเฉลี่ยร้อยละของซิลิกาเท่ากับ 32.69 ± 13.65 ค่าเฉลี่ยปริมาณฝุ่นรวมซิลิกาเท่ากับ 0.269 ± 0.375 และมีค่ามาตรฐานระหว่าง $0.101-0.778$ มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตร พบว่ามี 14 ตัวอย่างที่มีปริมาณฝุ่นซิลิกาเกินมาตรฐาน และค่าเฉลี่ยของ %FVC และ %FEV₁ ในกลุ่มศึกษาเท่ากับ 80.26 และ 77.00 ซึ่งต่ำกว่ากลุ่มควบคุมและผลการตรวจสมรรถภาพปอดผิดปกติในกลุ่มศึกษาเท่ากับ 61ราย (40.6 %) และผลภาพถ่ายรังสีทรวงอกผิดปกติเนื่องจากฝุ่นละอองในกลุ่มศึกษาเท่ากับ 26 ราย (17.3%) เมื่อหาความสัมพันธ์ของความเข้มข้นปริมาณฝุ่นซิลิกาและฝุ่นพีเอ็ม-เท็นกับผลการตรวจสมรรถภาพปอดและผลภาพถ่ายรังสีทรวงอกในกลุ่มศึกษา พบว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ภาควิชา
สาขาวิชา
ปีการศึกษา 2541

ลายมือชื่อนิติด
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

3971779623 MAJOR INTER-DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL SCIENCE

KEY WORD: Silica / PM-10 / Lung Function Test / Pneumoconiosis / Silicosis

WEERA-ANONG PRASOPCHOKE : EFFECTS OF PM-10 AND SILICA DUST ON
RESPIRATORY HEALTH OF ROCK CUTTING WORKERS AND NEARBY
RESIDENTIAL POPULATION IN SARABURI PROVINCE. THESIS ADVISOR
:ASSIST.PROF.WANIDA JINSART,Ph.D. THESIS COADVISOR : PROF.SAWANG
SAENGHIRUNVATTANA,Ph.D. 137 pp. ISBN 974-331-193-9.

This study reports the result of an investigation of the health effects of PM-10 and Silica dust among non-smoking adult age between 20-65 years old in Saraburi Province. The Epidemiologic cross-sectional studied have observed associations between respiratory symptoms and PM-10 and silica dust modified during December, 1997 - April, 1998. ATS-DLD 78A Questionnaires (Thai version) were used for 600 subjects living in 3 villages in Saraburi province. The response rate of answering questionnaires is 58.67%. Pulmonary function test and Chest X-rays were performed in 150 rock cutting subjects and 85 resident controls. The 60 subjects and 20 controls were randomly selected to measure individual exposure dust using personal sampling pump. The mean of exposure PM-10 in subjects were $0.300 \pm 0.375 \text{ mg/m}^3$. Mean of %SiO₂ in subjects were 32.69 ± 13.65 and mean of exposure silica dust in subjects were $0.269 \pm 0.375 \text{ mg/m}^3$ (TLV : 0.101-0.778 mg/m^3). Among 14 subjects theirs exposure were over the ambient standard. Mean of %FVC and %FEV₁ in the subjects were 80.26 and 77.00 that less than the controls. The abnormal result of pulmonary function test and chest x-rays with pneumoconiosis in these subjects were 61 cases (40.60%) and 26 cases (17.30%) that higher than the controls. The duration and increase in PM-10 and total of silica dust concentration related to abnormality in respiratory symptoms ($p < 0.05$)

ภาควิชา.....สหสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม
สาขาวิชา.....วิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม
ปีการศึกษา.....2541

ลายมือชื่อคนติดต่อ.....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

กิตติกรรมประกาศ



วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งของผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วนิดา จินตาสตร อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และศาสตราจารย์นายแพทย์สว่าง แสงหิรัญวัฒนา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ซึ่งได้ให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่าง ๆ ในการวิจัยด้วยดีมาตลอด

กราบขอบพระคุณ ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป และ อาจารย์โชคชัย ยะชูศรี ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์เครื่องเก็บตัวอย่างอากาศ และ อุปกรณ์ต่าง ๆ และให้คำแนะนำในการใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ รวมทั้งพี่ ๆ เจ้าหน้าที่ที่ให้ความกรุณาในการยืมเครื่องมือ และ ใช้เครื่องชั่งน้ำหนักฝุ่น 5 ตำแหน่ง

กราบขอบพระคุณ นายแพทย์รัฐวุฒิ สุขมี ผู้อำนวยการกองอาชีวอนามัย ที่ให้การอนุเคราะห์ใช้ห้องปฏิบัติการเพื่อวิเคราะห์หาค่าร้อยละของซิลิกา พร้อมทั้งเจ้าหน้าที่ที่กลุ่มงานวิจัยและพัฒนา งานชั้นสูง

กราบขอบพระคุณ คุณสำราญ แพงหลวง ที่ช่วยกรุณาในการแนะนำสถานที่ในการทำวิจัย และขอกราบขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ที่สถานีอนามัยปากข้าวสาร อำเภอเมือง จังหวัดสระบุรี ในการช่วยเก็บข้อมูลและแนะนำให้รู้จักกับชาวบ้านที่ทำการศึกษา

กราบขอบพระคุณ ชาวบ้านหมู่ที่ 2 หมู่ที่ 3 และหมู่ที่ 4 ตำบลปากข้าวสาร อำเภอเมือง จังหวัดสระบุรี ที่ให้ความร่วมมือในการทำการศึกษาวิจัยด้วยดีมาตลอด

กราบขอบพระคุณสหสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อมที่เปิดโอกาสให้ผู้วิจัยได้ศึกษาต่อในระดับมหาบัณฑิต

กราบขอบพระคุณบัณฑิตวิทยาลัยที่สนับสนุนทุนการวิจัย

ท้ายนี้ ผู้วิจัยใคร่ขอกราบขอบพระคุณ บิดา - มารดา พี่สาว พี่ชาย พี่ ๆ เพื่อน ๆ และคุณโอที่ให้การสนับสนุนด้านการเงินและให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา

วีระอนงค์ ประสพโชค

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฅ
สารบัญรูป.....	ฎ
รายการคำย่อ.....	ฐ
บทที่	
1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	3
1.3 สมมติฐาน.....	3
1.4 ขอบเขตการวิจัย.....	3
1.5 ตัวแปรในการวิจัย.....	4
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	4
2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	5
2.1 ระบบทางเดินหายใจ.....	5
2.2 ฝุ่น.....	15
2.3 ฝุ่นซิลิกา.....	19
2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	23
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	31
3.1 การดำเนินการวิจัย.....	31
3.2 เครื่องมือในการเก็บตัวอย่างอากาศ.....	32
3.3 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์หริ้อยละซิลิกา.....	32
3.4 แบบสอบถาม.....	35
3.5 การวัดสุขภาพระบบทางเดินหายใจ.....	35
3.6 การกำหนดจุดเก็บตัวอย่างอากาศและการเลือกกลุ่มประชากร.....	35

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
3.7 การตรวจภาวะสุขภาพของระบบทางเดินหายใจ.....	42
3.8 การเก็บตัวอย่างอากาศและหาปริมาณความเข้มข้นของฝุ่น.....	45
3.9 การวิเคราะห์และแปลผลข้อมูล.....	50
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลและอภิปราย.....	51
4.1 คำร้อยละของซิติกา ปริมาณฝุ่นและค่ามาตรฐาน.....	52
4.2 ปริมาณความเข้มข้นของฝุ่น PM-10.....	53
4.3 ปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อสุขภาพของระบบทางเดินหายใจ.....	57
4.4 การตรวจภาวะสุขภาพของระบบทางเดินหายใจ.....	59
4.5 ผลของการตรวจสมรรถภาพปอด ภาพถ่ายรังสีทรวงอก และปริมาณฝุ่น.....	69
4.6 ความสัมพันธ์ของค่าสมรรถภาพปอดกับระยะเวลาการทำงานและปริมาณ ฝุ่นโดยการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณเชิงเส้นของกลุ่มศึกษา.....	73
4.7 ผลและการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถาม.....	79
4.8 การทดสอบความสัมพันธ์ของปัจจัยต่าง ๆ กับผลการทดสอบสมรรถภาพปอด....	87
4.9 การทดสอบความสัมพันธ์ของปัจจัยต่างๆ กับผลภาพถ่ายรังสีทรวงอก.....	89
5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	94
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	94
5.2 ข้อเสนอแนะ.....	98
5.3 ปัญหาและอุปสรรค.....	99
รายการอ้างอิง.....	100
ภาคผนวก.....	105
ภาคผนวก ก แบบสอบถาม.....	106
ภาคผนวก ข การวิเคราะห์ร้อยละของซิติกาในห้องปฏิบัติการ.....	113
ภาคผนวก ค การอ่านภาพถ่ายรังสีทรวงอก.....	117
ภาคผนวก ง การทดสอบสมรรถภาพปอด.....	121
ภาคผนวก จ เกณฑ์การวินิจฉัยโรคซิติโคซิส.....	129
ภาคผนวก ฉ ผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้วย multiple regression analysis.....	132
ภาคผนวก ช ความหมายของค่าเฉพาะ.....	135
ประวัติผู้เขียน.....	137

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 การแตกแขนงและขนาดหลอดลม.....	6
ตารางที่ 2.2 ผลการตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กระหว่างปี 2535-2539	15
ตารางที่ 2.3 การเกาะตัวของฝุ่นละอองในระบบทางเดินหายใจ.....	16
ตารางที่ 4.1 ค่าร้อยละของซิติกา ปริมาณฝุ่นรวมและค่ามาตรฐานในกลุ่มควบคุม.....	52
ตารางที่ 4.2 ค่าร้อยละของซิติกา ปริมาณฝุ่นรวมและค่ามาตรฐานในกลุ่มศึกษา.....	54
ตารางที่ 4.3 ความเข้มข้นของฝุ่น PM-10 ของกลุ่มควบคุมและกลุ่มศึกษา.....	56
ตารางที่ 4.4 ค่าเฉลี่ยอายุ ระยะเวลาการทำงาน ความเข้มข้นของฝุ่นซิติกา และ ฝุ่น PM-10 และภาวะสุขภาพระบบทางเดินหายใจของกลุ่มตัวอย่าง.....	57
ตารางที่ 4.5 ผลการตรวจสมรรถภาพปอดของกลุ่มศึกษาและกลุ่มควบคุม.....	60
ตารางที่ 4.6 ผลภาพถ่ายรังสีทรวงอกของกลุ่มศึกษาและกลุ่มควบคุม.....	61
ตารางที่ 4.7 ผลการทดสอบสมรรถภาพปอดจำแนกตามผลภาพถ่ายรังสีทรวงอก.....	61
ตารางที่ 4.8 ความสัมพันธ์ของผลการตรวจสมรรถภาพปอดของกลุ่มศึกษาและ กลุ่มควบคุม.....	65
ตารางที่ 4.9 ความสัมพันธ์ของผลภาพถ่ายรังสีทรวงอกของกลุ่มศึกษาและกลุ่มควบคุม....	66
ตารางที่ 4.10 ความสัมพันธ์ระหว่างผลภาพถ่ายรังสีทรวงอกกับผลการตรวจสมรรถภาพปอด ในกลุ่มศึกษา.....	67
ตารางที่ 4.11 การเปรียบเทียบปัจจัยต่าง ๆ ของกลุ่มศึกษาและกลุ่มควบคุม.....	68
ตารางที่ 4.12 การเปรียบเทียบของปัจจัยต่าง ๆ กับผลการตรวจสมรรถภาพปอดใน ในกลุ่มศึกษา.....	71
ตารางที่ 4.13 การเปรียบเทียบของปัจจัยต่าง ๆ กับผลภาพถ่ายรังสีทรวงอกในกลุ่ม ศึกษา.....	72
ตารางที่ 4.14 ลักษณะทั่วไปของกลุ่มศึกษา.....	79
ตารางที่ 4.15 การวิเคราะห์อาการของโรกระบบทางเดินหายใจตามวิธีของ Ferris.....	86
ตารางที่ 4.16 ความสัมพันธ์ของปัจจัยต่าง ๆ ที่มีต่อผลการตรวจสมรรถภาพปอด ของกลุ่มศึกษา.....	87
ตารางที่ 4.17 ความสัมพันธ์ของปัจจัยต่างๆ ที่มีต่อผลภาพถ่ายรังสีทรวงอก ของกลุ่มศึกษา.....	89
ตารางที่ ค.1 รายละเอียดการลงบันทึกข้อมูลจากภาพถ่ายรังสีทรวงอก.....	117
ตารางที่ ง.1 ค่าปกติ Spirometry ในคนไทย.....	128

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 1.1 ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนในบรรยากาศเฉลี่ย 24 ชั่วโมงสูงสุดในจังหวัดสระบุรี พ.ศ. 2535-2539.....	2
รูปที่ 1.2 จำนวนผู้ป่วยด้วยโรคระบบทางเดินหายใจ (อัตรา/1,000คน) ใน เขตจังหวัดสระบุรี พ.ศ. 2536-2540.....	2
รูปที่ 2.1 ระบบทางเดินหายใจของคน.....	7
รูปที่ 2.2 โครงสร้างส่วนต้นของระบบทางเดินหายใจของคน.....	8
รูปที่ 2.3 กลไกการหายใจเข้า-ออกของคน.....	9
รูปที่ 2.4 กราฟแสดงปริมาณและความจุของปอดคน การหายใจอย่างปกติ.....	10
รูปที่ 2.5 ส่วนประกอบของ spirometry.....	11
รูปที่ 2.6 ผลสมรรถภาพปอด.....	12
รูปที่ 2.7 การเกาะติดของอนุภาคต่าง ๆ ในระบบการหายใจ.....	14
รูปที่ 2.8 ผลการทดลองการเกาะตัวของฝุ่นละอองต่าง ๆ ในส่วนของ alveolar.....	17
รูปที่ 2.9 การตกตัวของฝุ่นละอองขนาดต่าง ๆ ภายในส่วนต่าง ๆ ของปอดจำลอง.....	17
รูปที่ 2.10 การจำแนกชนิดของฝุ่น.....	20
รูปที่ 3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์ในการเก็บตัวอย่างฝุ่น PM-10และซิลิกา.....	33
รูปที่ 3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ในการเก็บและวิเคราะห์ตัวอย่างฝุ่นซิลิกา.....	34
รูปที่ 3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบสมรรถภาพปอดและวิธีการเป่าปอด.....	36
รูปที่ 3.4 รถตรวจสอบสุขภาพเคลื่อนที่สำหรับถ่ายภาพรังสีทรวงอก.....	37
รูปที่ 3.5 พื้นที่ โดยรวมบริเวณพื้นที่ที่ทำการศึกษา	38
รูปที่ 3.6 ผังลมของสถานีตรวจวัดอากาศเขาน้อย อำเภอเมือง จังหวัดสระบุรี.....	39
รูปที่ 3.7 พื้นที่โดยรวมและผังลมบริเวณพื้นที่ทำการศึกษา.....	40
รูปที่ 3.8 แผนผังการทดสอบสมรรถภาพปอด.....	43
รูปที่ 3.9 การปรับความถูกต้องของเครื่องสูดอากาศ.....	45
รูปที่ 3.10 การติดตั้งเครื่องมือไซโคลนขนาดเล็ก.....	47
รูปที่ 4.1 การเปรียบเทียบผลการทดสอบสมรรถภาพปอดของกลุ่มศึกษาและ กลุ่มควบคุม.....	59
รูปที่ 4.2 ค่าเฉลี่ย FVC จำแนกตามผลภาพถ่ายรังสีทรวงอก.....	62

สารบัญรูป(ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 4.3 ค่าเฉลี่ย FEV ₁ จำแนกตามผลภาพถ่ายรังสีทรวงอก.....	63
รูปที่ 4.4 ค่าเฉลี่ย FEV ₁ /FVC จำแนกตามผลภาพถ่ายรังสีทรวงอก.....	64
รูปที่ 4.5 ตัวอย่างของผลการทดสอบสมรรถภาพปอด.....	69
รูปที่ 4.6 फिल्मภาพถ่ายรังสีทรวงอก.....	70
รูปที่ 4.7 ความสัมพันธ์ระหว่าง %FVC กับระยะเวลาการทำงาน.....	73
รูปที่ 4.8 ความสัมพันธ์ระหว่าง %FVC กับร้อยละของซิติก้า.....	73
รูปที่ 4.9 ความสัมพันธ์ระหว่าง %FVC กับความเข้มข้นของฝุ่น PM-10	74
รูปที่ 4.10 ความสัมพันธ์ระหว่าง %FEV ₁ กับระยะเวลาการทำงาน.....	74
รูปที่ 4.11 ความสัมพันธ์ของ %FEV ₁ กับความเข้มข้นของฝุ่น PM-10.....	75
รูปที่ 4.12 ความสัมพันธ์ของ FEV ₁ /FVC กับความเข้มข้นของฝุ่นซิติก้า.....	75
รูปที่ 4.13 ความสัมพันธ์ของร้อยละซิติก้ากับผลการทดสอบสมรรถภาพปอด.....	76
รูปที่ 4.14 ความสัมพันธ์ของร้อยละซิติก้ากับผลภาพถ่ายรังสีทรวงอก.....	76
รูปที่ 4.15 ความสัมพันธ์ของปริมาณฝุ่นรวมซิติก้ากับผลการทดสอบสมรรถภาพปอด.....	77
รูปที่ 4.16 ความสัมพันธ์ของปริมาณฝุ่นรวมซิติก้ากับผลภาพถ่ายรังสีทรวงอก.....	77
รูปที่ 4.17 ความสัมพันธ์ของปริมาณฝุ่น PM-10 กับผลการทดสอบสมรรถภาพปอด.....	78
รูปที่ 4.18 ความสัมพันธ์ของปริมาณฝุ่น PM-10 กับผลภาพถ่ายรังสีทรวงอก.....	78
รูปที่ 4.19 การเปรียบเทียบอาการของโรคระบบทางเดินหายใจของกลุ่มศึกษาและ กลุ่มควบคุม.....	86
รูปที่ ง.1 แสดงส่วนประกอบของ spirometry.....	122
รูปที่ ง.2 แสดงผลการทดสอบสมรรถภาพปอดปกติ.....	126
รูปที่ ง.3 แสดงผลการทดสอบสมรรถภาพปอดผิดปกติแบบหลอดลมอุดกั้น.....	126
รูปที่ ง.4 แสดงผลการทดสอบสมรรถภาพปอดผิดปกติแบบหลอดลมตีบตัน.....	127

รายการคำย่อ

ACGIH	= American Conference of Governmental Industrial Hygienists
ATPS	= Ambient Temperature Pressure Standard
ATS-DLD	= American Thoracic Society Division of Lung Disease
BTPS	= Body Temperature Pressure Saturated
ERV	= Expiratory Reserve Volume
FEF _{25-75%}	= Forced Expiratory Flow 25-75%
FEV ₁	= Forced Expiratory Volume in one second
FRC	= Forced Residual Capacity
FVC	= Forced Vital Capacity
IC	= Inspiratory Capacity
ILO	= International classification of radiographs of pneumoconiosis
IRV	= Inspiratory Reserve Volume
MMEF	= Maximum Mid Expiration Flow
NIOSH	= National Institute of Occupational Safety and Health
OSHA	= Occupational Safety and Health
PEL	= Permissible Exposure Limits
PM-10	= Particulate matter less than 10 micron
RV	= Residual Volume
SPSS	= Statistical Package for the Social science
TLC	= Threshold Limit values
TSP	= Total Suspend Particulate matter
VC	= Vital Capacity
VT	= Tidal Volume