

ราที่มีผลต่อการเสื่อมสภาพของไม้จำหลักโบราณ
ในพิพิธภัณฑ์สถานแห่งชาติ พระนคร



นายชัยนาม เปรมปรีชากุล

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2540

ISBN 974-638-959-9

ลิขสิทธิ์บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**FUNGI IN THE DETERIORATION OF ANCIENT WOODCARVING
IN THE NATIONAL MUSEUM, BANGKOK**

MR. CHAINAMM PREMPREECHAKUL

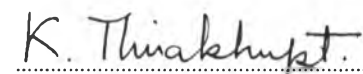
**A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science
Inter-Department of Environmental Science
Graduate School
Chulalongkorn University
Academic Year 1997
ISBN 974-638-959-9**

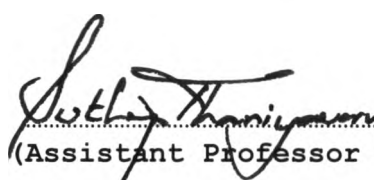
Thesis Title Fungi in the Deterioration of Ancient
 Woodcarving in the National Museum, Bangkok
By Mr. Chainamm Prempreechakul
Inter-Department Environmental Science
Thesis Advisor Assistant Professor Suthep Thaniyavarn, Ph.D.
Thesis Co-advisor Chiraporn Aranyanak


Accepted by the Graduate School, Chulalongkorn University in
Partial Fulfillment of the Requirements for Master's Degree


..... Dean of Graduate School
--(Professor Supawat Chutivongse, M.D.)

Thesis Committee


..... Chairman
(Assistant Professor Kumthorn Thirakhupt, Ph.D.)


..... Thesis Advisor
(Assistant Professor Suthep Thaniyavarn, Ph.D.)


..... Thesis Co-advisor
(Chiraporn Aranyanak)


..... Member
(Sugima Ragsaseel, Ph.D.)



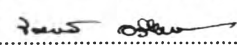
ชื่อยานม เปรมปริชากุล: ราที่มีผลต่อการเสื่อมสภาพของไม้จำหลักโบราณในพิพิธภัณฑ์สถานแห่งชาติ พระนคร (FUNGI IN THE DETERIORATION OF ANCIENT WOODCARVING IN THE NATIONAL MUSEUM, BANGKOK)

อาจารย์ที่ปรึกษา: ผศ.ดร. สุเทพ ธีรวิวัฒน์

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม: นางจิราภรณ์ อรัญชนะนาค, 108 หน้า. ISBN 974-638-959-9

การศึกษาครั้งนี้กระทำเพื่อยืนยันความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมและปัจจัยทางจุลชีพ อันได้แก่ ราที่มีผลต่อการเสื่อมสภาพของไม้ซึ่งอยู่ในมุขเด็จด้านตะวันตกของพิพิธภัณฑ์สถานแห่งชาติ พระนคร โดยตัวอย่างราจะถูกเก็บทุกสองสัปดาห์ ระหว่างเวลา 9.00-12.00 น. ตลอดทั้งปีตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ 2540 ถึงเดือนมกราคม 2541 สำหรับราในอากาศจะถูกเก็บด้วยเครื่องเก็บตัวอย่างอากาศ (Burkard portable air sampler for agar plates) ส่วนการเก็บราบนพื้นผิวของไม้จำหลักนั้นใช้วิธีการป้ายด้วยไม้พินสำลี โดยอาหารที่ใช้สำหรับการคัดเลือกคือ Rose Bengal Potato Dextrose Agar ที่ผสม Streptomycin นอกจากนี้ตลอดระยะเวลาทุกวันยังได้ทำการบันทึกอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศด้วยเครื่องบันทึกแบบอัตโนมัติ (Data Loggers) ซึ่งค่าเฉลี่ยตลอดปีของอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในบริเวณที่อากาศถ่ายเทได้ดีเท่ากับ 29.3 องศาเซลเซียสและ 71.1 เปอร์เซ็นต์ ส่วนในบริเวณที่อากาศถ่ายเทได้ไม่สะดวกมีค่าเท่ากับ 29.1 องศาเซลเซียสและ 71.8 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และยังพบว่าทั้งสองบริเวณมีอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณเฉลี่ยตลอดปีของราในอากาศและราบนพื้นผิวไม้เท่ากับ 1,222.1 หน่วยโคโลนีต่อลูกบาศก์เมตรและ 117.4 หน่วยโคโลนีต่อตารางเดซิเมตรตามลำดับ โดยในฤดูฝนปริมาณของราจะมีค่าสูงที่สุด จากการศึกษาพบรา 13 สกุลในอากาศและ 12 สกุลบนพื้นผิวไม้ โดยชนิดที่เด่นในอากาศได้แก่ *Aspergillus* spp. (69.9 เปอร์เซ็นต์) และ *Penicillium* spp. (17.2 เปอร์เซ็นต์) ส่วนราชนิดที่เด่นบนพื้นผิวไม้ได้แก่ *Aspergillus* spp. (51.7 เปอร์เซ็นต์) และ *Fusarium* spp. (23.9 เปอร์เซ็นต์) ราส่วนใหญ่ที่คัดเลือกได้นั้นก่อให้เกิดวงโคโรนาบนอาหารเลี้ยงเชื้อ Carboxymethyl Cellulose Agar ซึ่งชี้ให้เห็นถึงการสร้างเอนไซม์เซลลูเลสได้ ผลการศึกษาดังกล่าวแสดงให้เห็นถึงนัยที่ว่าราอาจมีอิทธิพลต่อการเสื่อมสภาพของไม้

ภาควิชา สหสาขา
สาขาวิชา วิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม
ปีการศึกษา 2540

ลายมือชื่อนิสิต 
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา 
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม 

C726561 : MAJOR INTER-DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL SCIENCE
 KEYWORD: BIODETERIORATION / CULTURAL PROPERTY / FUNGI / WOOD
 CHAINAMM PREMPREECHAKUL: FUNGI IN THE DETERIORATION OF ANCIENT
 WOODCARVING IN THE NATIONAL MUSEUM, BANGKOK.
 THESIS ADVISOR: ASST.PROF. SUTHEP THANİYAVARN, Ph.D.*
 THESIS CO-DIVISOR: CHIRAPORN ARANYANAK. 108 pp. ISBN 974-638-959-9.

The present study was conducted in order to establish relationship between environmental factors and that of microbiological factors such as wood-deterioration fungi at the Western Hall in the Bangkok National Museum. Samples were collected biweekly between 9.00 hours to 12.00 hours up to one year, from February 1997 to January 1998. Burkard portable air sampler for agar plates was used for sampling airborne fungi, while swab technique was employed for collecting fungi on woodcarving surface. Rose Bengal Potato Dextrose Agar with Streptomycin was used as isolating medium. Atmospheric temperature and relative humidity were recorded by Data Loggers daily. It was found that the average annual temperature and relative humidity at well-ventilated area were 29.3°C and 71.1%, and at poor-ventilated area were 29.1°C and 71.8%, respectively, statistical analysis revealed significant difference between two areas at 95% confidence. The average annual quantity of total airborne fungi and surface fungi were 1,222.1 CFU/m³ and 117.4 CFU/dm², respectively. Number of fungi was found peaked in rainy season with a total of thirteen genera was recorded in air and twelve genera were found on wood surface. The dominant fungi in air were *Aspergillus* spp. (69.9%) and *Penicillium* spp. (17.2%), and those on wood surface were *Aspergillus* spp. (51.7%) and *Fusarium* spp. (23.9%). Most of the fungal isolates gave clear zone around the colonies on Carboxymethyl Cellulose Agar indicating cellulase producing fungi. Such results suggested that fungi may exert the cellulolytic effect for wood deterioration.

ภาควิชา..... INTER-DEPARTMENT.....

สาขาวิชา..... ENVIRONMENTAL SCIENCE.....

ปีการศึกษา..... 1997.....

ลายมือชื่อนิติกร..... *Premprachakul*.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา..... *Suthep Thaniyavarn*.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม..... *Chiraporn Aranyanak*.....

ACKNOWLEDGEMENT

The author wish to express the deepest appreciation to his advisor, Assistant Professor Dr. Suthep Thaniyavarn, and his Co-advisor, Mrs. Chiraporn Aranyanak for their encouragement, advice, guidance and valuable suggestions.

Special thanks to committee member, Assistant Professor Dr. Kumthorn Thirakhupt and Dr. Sugima Ragsaseel for their suggestions and valuable advice.

The author is grateful to Director General of Fine Arts Department (Mr. Somkid Chotigavanit) and Director of the Bangkok National Museum (Ms. Patcharee Komolthiti) for permission to be conduct this study in the Western Hall.

His sincere thanks are due to staff at Conservation Science Division, Office of Archaeology and National Museums, Fine Arts Department, and the National Museum, Bangkok.

The author would like to express special thanks to Department of Pharmacology, Faculty of Medicine Siriraj Hospital, Mahidol University, and Department of Environmental Science, Faculty of Science and Technology, Thammasat University for their providing and supporting the Air Sampler and Data Loggers.

The author would like to thank Department of Microbiology, Chulalongkorn University for providing facilities and laboratory.

The author thank the Graduate School of Chulalongkorn University, Environment Research Institute of Chulalongkorn University, Faculty of Science, Inter-department of Environmental Science, Thai ASAHI Chemicals Company, and Quality and Research company for financial support.

Special thanks to Mrs. Kruewal Somana, Colonel Dr. Chainarong Cherdchu, Mr. Songpol Songsittichok, and Mr. Roj Khunanake

Finally, the deeply appreciation extended to his family, for their encouragement and giving the good opportunity to his life. Specially, dedicate to the memory of his father.

CONTENTS

	PAGE
THAI ABSTRACT	IV
ENGLISH ABSTRACT	V
ACKNOWLEDGEMENT	VI
CONTENTS	VII
LIST OF TABLES	VIII
LIST OF FIGURES	IX
CHAPTER I INTRODUCTION	1
CHAPTER II LITERATURE REVIEW	4
CHAPTER III MATERIALS AND METHODS	26
CHAPTER IV RESULTS AND DISCUSSION	36
CHAPTER V CONCLUSION AND RECOMMENDATION	68
REFERENCES	70
BIBIOGRAPHIES	74
APPENDIX A	76
APPENDIX B	84
APPENDIX C	90
APPENDIX D	98
APPENDIX E	101
APPENDIX F	103
BIOGRAPHY	108

LIST OF TABLES

	PAGE
Table 2.1: Major types of wood damage and their descriptions	12
Table 2.2: A summary of the anatomical and chemical features of the major types of wood-inhabiting microorganisms	14
Table 3.1: Date of the samplings	31
Table 4.1: The concentration of the total airborne fungi	41
Table 4.2: Average abundance of airborne fungi	42
Table 4.3: The quantity of total fungi on wood surface	43
Table 4.4: Average abundance of surface fungi	44
Table 4.5: Average ratio of the size of CMC hydrolysis zones to colony diameters	45
Table 4.6: Correlation coefficients of airborne fungi between each sampling point	50
Table 4.7: Correlation coefficients of surface fungi between each sampling point	50
Table 4.8: Morisita's similarity index of airborne fungi	51
Table 4.9: Morisita's similarity index of surface fungi	51
Table 4.10: Correlation coefficient between airborne fungi and surface fungi	54
Table 4.11: Simpson's diversity index of airborne fungi	55
Table 4.12: Simpson's diversity index of surface fungi	56
Table 4.13: Simpson's dominance index of airborne fungi	57
Table 4.14: Simpson's dominance index of surface fungi	58
Table 4.15: The seasonal diversity index and dominance index of airborne fungi	59
Table 4.16: The seasonal diversity index and dominance index of surface fungi	59

LIST OF FIGURES

	PAGE
Figure 1.1: Map of the National Museum, Bangkok	2
Figure 2.1: Chemical structure of cellulose	6
Figure 2.2: The major hemicelluloses polymer	7
Figure 2.3: The phenylpropane monomers	8
Figure 2.4: The ultrastructure of wood	9
Figure 2.5: Fengel and Wegener's model of cellulose, hemicelluloses, and lignin associations in the wood cell wall	9
Figure 2.6: The typical decay cycle of fungi on wood	13
Figure 2.7: The micromorphology of different types of wood decay	15
Figure 2.8: Scheme for enzymatic degradation of cellulose ...	17
Figure 2.9: Biodeterioration cycle	18
Figure 2.10: Mechanisms of particle removal from air	22
Figure 3.1: The location of the Western Hall	29
Figure 3.2: The schematic diagram of sampling points	30
Figure 3.3: The portable air sampler for agar plates	31
Figure 3.4: The slide culture technique	33
Figure 3.5: The Data Loggers	35
Figure 4.1: Annual temperature in the Western Hall	36
Figure 4.2: Annual relative humidity in the Western Hall	38
Figure 4.3: Climatic data in summer	38
Figure 4.4: Climatic data in rainy season	39
Figure 4.5: Climatic data in winter	39
Figure 4.6: Seasonal patterns of total airborne fungi in the Hall	40
Figure 4.7: Seasonal patterns of total fungi on surface of woodcarving	42
Figure 4.8: The cellulose hydrolysis zone around fungal colony	45
Figure 4.9: Seasonal pattern of total fungi at sampling point no.1	46
Figure 4.10: Seasonal pattern of total fungi at sampling point no.2	47
Figure 4.11: Seasonal pattern of total fungi at sampling point no.3	47
Figure 4.12: Seasonal pattern of total fungi at sampling point no.4	48
Figure 4.13: Seasonal pattern of total fungi at sampling point no.5	48
Figure 4.14: Seasonal pattern of total fungi at sampling point no.6	49
Figure 4.15: Seasonal pattern of total fungi at sampling point no.7	49
Figure 4.16: The seasonal pattern of average total fungi both in air and on wood	50
Figure 4.17: Average total fungi in summer	52
Figure 4.18: Average total fungi in rainy season	53
Figure 4.19: Average total fungi in winter	53

LIST OF FIGURES (CONT.)

	PAGE
Figure 4.20: Seasonal pattern of total airborne fungi and Simpson's diversity index at P1	60
Figure 4.21: Seasonal pattern of total airborne fungi and Simpson's diversity index at P2	61
Figure 4.22: Seasonal pattern of total airborne fungi and Simpson's diversity index at P3	61
Figure 4.23: Seasonal pattern of total airborne fungi and Simpson's diversity index at P4	62
Figure 4.24: Seasonal pattern of total airborne fungi and Simpson's diversity index at P5	62
Figure 4.25: Seasonal pattern of total airborne fungi and Simpson's diversity index at P6	63
Figure 4.26: Seasonal pattern of total airborne fungi and Simpson's diversity index at P7	63
Figure 4.27: Seasonal pattern of total surface fungi and Simpson's diversity index at P1	64
Figure 4.28: Seasonal pattern of total surface fungi and Simpson's diversity index at P2	64
Figure 4.29: Seasonal pattern of total surface fungi and Simpson's diversity index at P3	65
Figure 4.30: Seasonal pattern of total surface fungi and Simpson's diversity index at P4	65
Figure 4.31: Seasonal pattern of total surface fungi and Simpson's diversity index at P5	66
Figure 4.32: Seasonal pattern of total surface fungi and Simpson's diversity index at P6	66
Figure 4.33: Seasonal pattern of total surface fungi and Simpson's diversity index at P7	67