# รายการอ้างอิง


1. สวง ปัณทวงค์ และ อรุณรัตน์ จันทนขจรฟุ้ง. ผลิตภัณฑ์ของโลหิตสำหรับรักษาโรค. ผลงานคิดค้น หรือ สิ่งประดิษฐ์ซึ่งเป็นประโยชน์แก่ประเทศชาติ ประจำปี 2534. ศูนย์บริการโลหิตแห่งชาติ สภากาชาดไทย.
2. ศูนย์บริการโลหิตแห่งชาติ สภากาชาดไทย. รายงานประจำปี 2535. กรุงเทพมหานคร.
3. สวง ปัณทวงค์. BLOOD COMPONENTS. ฝ่ายผลิตภัณฑ์การแพทย์, บริษัท บอร์เนีย (ประเทศไทย) จำกัด. กรุงเทพมหานคร. 2532. หน้าที่ 5.
4. ศิริจันทร์ ทองประเสริฐ และ จันทนา จันทโร. สถิติสำหรับงานวิศวกรรม. 2526. หน้า 293-296.
5. HOLTECH INDUSTRIES LTD. OZONATION AND STERILIZATION. BACKGROUND AND DESIGN INFORMATION. NORTH VANCOUVER, CANADA. MAY, 1987.
6. JOSEPH L. PAVONI. HANBOOK OF NATURE QUALITY MANAGEMENT PLANNING. VAN NOSTRAND REINHOLD COMPANY. NEW YORK. 1977. pp.139-142, 146-149.
7. KEVIN KHOUDARY. THE POWER OF OZONE. WATER TECHNOLOGY. MAY 1986. pp.28-33.
8. INDUSTRIAL & PROCESS WATER TREATMENT. BREAKTHROUGH IN THE REMOVAL OF ORGANICS. W&WT. ISSUE 7, VOL 35. JULY 1992. pp.26-27.
9. RUSSELL L. CULP,GEORGE MACK WESNER AND GORDON L. CULP. HANDBOOK OF ADVANCED WASTE WATER TREATMENT. 2ND EDITION. VAN NOSTRAND REINHOLD COMPANY. NEW YORK. 1978. pp.279-287.

10. PAUL N. CHEREMISINOFF AND RECHARD A.YOUNG. POLLUTION ENGINEERING PRACTICE HANDBOOK. ANN ARBOR SCIENCE PUBLISHER INC. USA.1976. pp.393-399.

11. G.E. KURZMANN, ET AL. OZONE TECHNOLOGY OF GERMAN INDUSTRIAL ENTERPRISES. HOLTECH INDUSTRIES LTD. NORTH VANCOUVER, CANADA.

12. S.RILLING AND R.VIEBAHN. 1985 ANNUAL REPORT OF THE MEDICALSOCIETY FOR OZONE THERAPY. HOLTECH INDUSTRIES LTD. NORTH VANCOUVER, CANADA. 1985.

13. WATER MANAGEMENT INC. PHOTOCHEMICAL GENERATION OF OZONE AND OTHER OXIDANTS FOR DRINKING WATER AND COOLING WATER TREATMENT. AQUATECH '86. INTERNATIONAL WATER TREATMENT TRADE SHOW. AMSTERDAM. THE NETHERLANDS. 15-19 SEPTEMBER, 1986.

14. ROBERT W. LEGAN. ALTERNATIVE DISINFECTION METHODS-A COMPARISON OF UV AND OZONE. INDUSTRIAL WATER ENGINEERING. MARCH/APRIL, 1982.

15. F. ROBERT MCGREGOR. TREATMENT OF SMALL DRINKING WATER SUPPLIES WITH PHOTOZONE TO REDUCE CHEMICAL USAGE AND IMPROVE DISINFECTION. INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON SMALL SYSTEMS FOR WATER SUPPLY AND WASTEWATER DISPOSAL. WATER MANAGEMENT INC. SINGAPORE. 1987.

16. SYBIL P.PARKER, EDITOR IN CHIEF. CONCISE ENCYCLOPEDIA OF SCIENCE AND TECHNOLOGY. MCGRAW-HILL BOOK COMPANY. NEW YORK. 1984. pp.762-763,1236.

17. DILIP K. ARORA, RICHARD P. ELANDER AND K.G. MUKERJI. HANDBOOK OF APPLIED MYCOLOGY.FUNGAL BIOTECHNOLOGY.VOL 4.MERCEL DEKKER INC. NEW YORK. 1992. pp.1055-1090.

18. WILLIAM M.O'LEARY. PRACTICAL HANDBOOK OF MICROBIOLOGY. CRC PRESS. BOSTON. 1989. pp.297-306.

19. HARRY W. GEHM, JACOB I. BREGMANN AND GENE V. BEELAND. HANDBOOK OF WATER RESOURCES AND POLLUTION CONTROL. NOSTRAND REINHOLD COMPANY. NEW YORK, USA. 1976. pp.623-624.

20. DIFCO MANUAL. DEHYDRATED CULTURE MEDIA AND REAGENTS FOR MICROBIOLOGY. 10TH EDITION. DIFCO LABORATORIES. DETROIT, MICHIGAN, USA. 1984.

21. ERIK OBERG,FRANKLIN D.JONES,HOLBROOK L.HORTON AND HENRY H.RYFFEL. MACHINERY'S HANDBOOK. 24TH EDITION. INDUSTRIAL PRESS INC. NEW YORK. 1988. pp. 2405.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# ภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# ภาคผนวก ก

## ตัวอย่างการคำนวณ

ก.1 การคำนวณความเข้มข้นของก๊าซโอโซนที่ใช้ในการฉีดพ่น

ขนาดของห้องที่ใช้ในการทดลอง กว้าง = 2.5 ม.

ยาว = 5.5 ม.

สูง = 3.0 ม.

ปริมาตรของห้อง = (2.5)(5.5)(3.0) = 41.25 ลบ.ม.

ที่อุณหภูมิ 86°ฟ. ความหนาแน่นของอากาศมีค่า 0.0728 ปอนด์/ลบ.ฟุต (21)

ดังนั้น น้ำหนักของห้องคิดเป็น

= (41.25 ลบ.ม.)(0.0728 ปอนด์/ลบ.ฟุต)(35.31 ลบ.ฟุต/ลบ.ม.)

(453.6 กรัม/ปอนด์)

= 48,098 กรัม

เนื่องจากความสามารถในการผลิตก๊าซโอโซนตามคุณสมบัติของแต่ละหลอด = 1.5 กรัม/ชั่วโมง

เมื่อใช้ทั้งสิ้นจำนวน 4 หลอด คิดเป็น = (1.5)(4) = 6.0 กรัม/ชั่วโมง

ดังนั้น เวลา 0.5 ชั่วโมง สามารถผลิตก๊าซโอโซนได้ = (0.5)(6.0)

= 3.0 กรัม

เวลา 1.0 ชั่วโมง สามารถผลิตก๊าซโอโซนได้ = (1.0)(6.0)

= 6.0 กรัม

เวลา 1.5 ชั่วโมง สามารถผลิตก๊าซโอโซนได้ = (1.5)(6.0)

= 9.0 กรัม

เวลา 2.0 ชั่วโมง สามารถผลิตก๊าซโอโซนได้ = (2.0)(6.0)

= 12.0 กรัม

เวลา 2.5 ชั่วโมง สามารถผลิตก๊าซโอโซนได้ = (2.5)(6.0)

= 15.0 กรัม

เวลา 3.0 ชั่วโมง สามารถผลิตก๊าซโอโซนได้ = (3.0)(6.0)

= 18.0 กรัม

เวลา 3.5 ชั่วโมง สามารถผลิตก๊าซโอโซนได้ = (3.5)(6.0)

= 21.0 กรัม

เวลา 4.0 ชั่วโมง สามารถผลิตก๊าซโอโซนได้ = 24.0 กรัม

ซึ่งคิดเป็นความเข้มข้นของโอโซนที่ใช้ ดังนี้

เวลา 0.5 ชั่วโมง ผลิตก๊าซโอโซนได้ 3.0 กรัม คิดเป็นความเข้มข้น

= (3.0)/(48,098)

= $62.4 \times 10^{-6}$

= 62.4 พีพีเอ็ม.

เวลา 1.0 ชั่วโมง ผลิตก๊าซโอโซนให้ความเข้มข้น

= (6.0)/(48,098)

= 124.7 พีพีเอ็ม.

เวลา 1.5 ชั่วโมง ผลิตก๊าซโอโซนให้ความเข้มข้น

= (9.0)/(48,098)

= 187.1 พีพีเอ็ม.

เวลา 2.0 ชั่วโมง ผลิตก๊าซโอโซนให้ความเข้มข้น

= (12.0)/(48,098)

= 249.5 พีพีเอ็ม.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เวลา 2.5 ชั่วโมง ผลิตก๊าซโอโซนให้ความเข้มข้น

= (15.0)/(48,098)

= 311.8 พีพีเอ็ม.

เวลา 3.0 ชั่วโมง ผลิตก๊าซโอโซนให้ความเข้มข้น

= (18.0)/(48,098)

= 374.2 พีพีเอ็ม.

เวลา 3.5 ชั่วโมง ผลิตก๊าซโอโซนให้ความเข้มข้น

= (21.0)/(48,098)

= 436.6 พีพีเอ็ม.

เวลา 4.0 ชั่วโมง ผลิตก๊าซโอโซนให้ความเข้มข้น

= (24.0)/(48,098)

= 499.0 พีพีเอ็ม.

แต่เนื่องจากก๊าซโอโซนสามารถสลายตัวได้ โดยมีค่าครึ่งชีวิตประมาณ 2 ชั่วโมง ดังนั้น เมื่อพิจารณาควบคู่กับอัตราการผลิตของก๊าซโอโซนด้วยเครื่องมือที่สร้างขึ้นแล้ว จะทำให้ความเข้มข้นของก๊าซโอโซนในระบบที่เกิดขึ้นจริง มีค่าน้อยกว่าค่าที่คำนวณได้ จากการฟรูปที่ ค.1 ในภาคผนวก ค พบว่า

ที่เวลา 0.5 ชั่วโมงที่ผ่านไป จะมีก๊าซโอโซนเหลืออยู่ 82.5 %

ที่เวลา 1.0 ชั่วโมงที่ผ่านไป จะมีก๊าซโอโซนเหลืออยู่ 70.0 %

ที่เวลา 1.5 ชั่วโมงที่ผ่านไป จะมีก๊าซโอโซนเหลืออยู่ 60.0 %

ที่เวลา 2.0 ชั่วโมงที่ผ่านไป จะมีก๊าซโอโซนเหลืออยู่ 50.0 %

ที่เวลา 2.5 ชั่วโมงที่ผ่านไป จะมีก๊าซโอโซนเหลืออยู่ 42.5 %

ที่เวลา 3.0 ชั่วโมงที่ผ่านไป จะมีก๊าซโอโซนเหลืออยู่ 35.0 %

ที่เวลา 3.5 ชั่วโมงที่ผ่านไป จะมีก๊าซโอโซนเหลืออยู่ 30.0 %

ที่เวลา 4.0 ชั่วโมงที่ผ่านไป จะมีก๊าซโอโซนเหลืออยู่ 25.0 %

ดังนั้น ความเข้มข้นของก๊าซโอโซนที่เกิดขึ้นจริงในระบบ จะมีค่าเป็น ดังนี้

ที่เวลา 0.5 ชั่วโมง ความเข้มข้นของก๊าซโอโซน = (62.4)(0.825) = 51.48 ppm.

ที่เวลา 1.0 ชั่วโมง ความเข้มข้นของก๊าซโอโซน = 51.48+(62.4)(0.70) = 95.16 ppm.

ที่เวลา 1.5 ชั่วโมง ความเข้มข้นของก๊าซโอโซน = 95.16+(62.4)(0.60) = 132.60 ppm.

ที่เวลา 2.0 ชั่วโมง ความเข้มข้นของก๊าซโอโซน = 132.60+(62.4)(0.50) = 163.80 ppm.

ที่เวลา 2.5 ชั่วโมง ความเข้มข้นของก๊าซโอโซน = 163.80+(62.4)(0.425)= 190.32 ppm.

ที่เวลา 3.0 ชั่วโมง ความเข้มข้นของก๊าซโอโซน = 190.32+(62.4)(0.35) = 212.16 ppm.

ที่เวลา 3.5 ชั่วโมง ความเข้มข้นของก๊าซโอโซน = 212.16+(62.4)(0.30) = 230.88 ppm.

ที่เวลา 4.0 ชั่วโมง ความเข้มข้นของก๊าซโอโซน = 230.88+(62.4)(0.25) = 246.48 ppm.

ก.2 ตัวอย่างการคำนวณค่าความสามารถในการกำจัดเชื้อฟังกัส

(EFFECTIVENESS OF FUNGUS ELIMINATION)

จากตารางที่ 5.3 การทดลองที่ 1 ;

จำนวนเชื้อโรคที่พบในช่วงก่อนฉีดพ่นด้วยก๊าซโอโซน

ตำแหน่งที่ 1 = 110 โคโลนี

ตำแหน่งที่ 2 = 114 โคโลนี

ค่าเฉลี่ย = (110+114)/2

= 112 โคโลนี

จำนวนเชื้อโรคที่พบในช่วงหลังฉีดพ่นด้วยก๊าซโอโซน

ตำแหน่งที่ 1 = 38 โคโลนี

ตำแหน่งที่ 2 = 40 โคโลนี

ค่าเฉลี่ย = (38+40)/2

= 39 โคโลนี

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ดังนั้น

ค่าความสามารถในการกำจัดเชื้อฟังกัส (%) = (112-39)(100%)/112

= 65.18 %

ก.3 ตัวอย่างการคำนวณค่าความสามารถในการกำจัดเชื้อแบคทีเรีย (EFFECTIVENESS OF BACTERIA ELIMINATION)

จากตารางที่ 5.4 การทดลองที่ 1 ;

จำนวนเชื้อโรคที่พบในช่วงก่อนฉีดพ่นด้วยก๊าซโอโซน

ตำแหน่งที่ 1 = 110 โคโลนี

ตำแหน่งที่ 2 = 104 โคโลนี

ค่าเฉลี่ย = (110+104)/2

= 107 โคโลนี

จำนวนเชื้อโรคที่พบในช่วงหลังฉีดพ่นด้วยก๊าซโอโซน

ตำแหน่งที่ 1 = 43 โคโลนี

ตำแหน่งที่ 2 = 48 โคโลนี

ค่าเฉลี่ย = (43+48)/2

= 45.5 โคโลนี

ดังนั้น

ค่าความสามารถในการกำจัดเชื้อแบคทีเรีย (%) = (107-45.5)(100%)/107

= 57.48 %

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ก.4 ตัวอย่างการคำนวณ ระยะเวลาที่ปลอดภัยภายหลังจากเครื่องผลิตก๊าซโอโซนหยุดฉีดพ่น และระยะเวลาตั้งแต่เริ่มต้นทำการฉีดพ่นจนถึงเวลาที่สามารถเข้าไปทำงานได้

กำหนดให้ : 1. อากาศที่ปลอดภัยมีปริมาณก๊าซโอโซนที่เหลืออยู่ ไม่เกิน 5.0 พีพีเอ็ม.

2. ค่าครึ่งชีวิตของการสลายตัวของก๊าซโอโซนในอากาศ มีค่า 2 ชั่วโมง

จากตารางที่ 4.1 ข้อมูลที่ 1 :

เวลาในการฉีดพ่นก๊าซโอโซน 0.5 ชั่วโมง มีความเข้มข้นของก๊าซโอโซนที่ใช้

= 51.48 พีพีเอ็ม.

ดังนั้น

ที่เวลา 0.5 ชั่วโมง จะมีก๊าซโอโซนสะสม 62.4 พีพีเอ็ม. และเครื่องหยุด

เมื่อผ่านไปอีก 2.0 ชั่วโมง จะมีก๊าซโอโซนเหลืออยู่ 25.74 พีพีเอ็ม.

เมื่อผ่านไปอีก 2.0 ชั่วโมง จะมีก๊าซโอโซนเหลืออยู่ 12.87 พีพีเอ็ม.

เมื่อผ่านไปอีก 2.0 ชั่วโมง จะมีก๊าซโอโซนเหลืออยู่ 6.43 พีพีเอ็ม.

เมื่อผ่านไปอีก 2.0 ชั่วโมง จะมีก๊าซโอโซนเหลืออยู่ 3.22 พีพีเอ็ม.

จะเห็นได้ว่าความเข้มข้นของก๊าซโอโซนที่เหลืออยู่ อยู่ในระดับที่ปลอดภัยแล้ว

ดังนั้น เมื่อรวมเวลาที่ผ่านไปทั้งหมด จะมีค่า = 2+2+2+2 = 8 ชั่วโมง แสดงว่าภายหลังจากเครื่องหยุดทำงาน จะต้องรอเวลา อีกอย่างน้อยที่สุด 8 ชั่วโมง จึงจะสามารถเข้าไปทำงานภายในห้องนั้น ๆ ได้อย่างปลอดภัย หรือถ้าเริ่มนับเวลาตั้งแต่ เริ่มเปิดเครื่องก็จะคิดเป็น = 8+0.5 = 8.5 ชั่วโมง นั่นเอง จึงสรุปได้ว่า

ระยะเวลาที่ปลอดภัยภายหลังจากเครื่องผลิตก๊าซโอโซนหยุดฉีดพ่น มีค่า

= 8.0 ชั่วโมง

และ ระยะเวลาตั้งแต่เริ่มต้นฉีดพ่นจนถึงเวลาที่สามารถเข้าไปสามารถทำงานได้มีค่า

= 8.5 ชั่วโมง

ก.5 การคำนวณต้นทุนและค่าใช้จ่ายในการบำบัด

ก.5.1 ค่าต้นทุนของเครื่องมือ

ค่าอุปกรณ์ต่าง ๆ = 7,000 บาท

ค่าหลอดอุลตราไวโอเลต = (18,000)(4)

= 72,000 บาท

ค่าประกอบ = 3,000 บาท

รวมค่าต้นทุน = 7,000+72,000+3,000

= 82,000 บาท

ก.5.2 ค่าพลังงานไฟฟ้า

เนื่องจากเครื่องมือนี้ใช้กระแสไฟฟ้า 1.5 แอมแปร์ (จากการวัด)

ดังนั้น กำลังงานไฟฟ้าที่ใช้ต่อครั้ง = (1.5)(220)(4)

= 1320 W-HR

= 1.32 KW-HR (UNIT)

เมื่อคิดค่ากระแสไฟฟ้าประมาณ 2.50 บาทต่อ KW-HR

ดังนั้น ค่าพลังงานไฟฟ้าในการทำงานของเครื่องต่อครั้ง

= (1.32)(2.50)

= 3.30 บาท

ก.5.3 ค่าสารฟอร์มาลีนและสารด่างทับทิมที่ใช้

การรมห้องด้วยวิธีการเดิมใช้ฟอร์มาลีนผสมกับด่างทับทิม ในอัตราส่วน

= 20 ลบ.ซม. ต่อ 10 กรัม (สัปดาห์ละ 1 ครั้ง)

จากราคาของฟอร์มาลีน ทั่ว ๆ ไป = 950 บาทต่อถัง

(1 ถัง=2500 ลบ.ซม.)

หรือคิดเป็น = 0.38 บาทต่อลบ.ซม.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

และราคาของด่างทับทิม ทั่ว ๆ ไป = 1,200 บาทต่อกก.

หรือคิดเป็น = 1.20 บาทต่อกรัม

ดังนั้น ค่าฟอร์มาลีนต่อครั้งการบำบัด = (20)(0.38)

= 7.60 บาท

และ ค่าด่างทับทิมต่อครั้งการบำบัด = (10)(1.20)

= 12.00 บาท

รวม คิดเป็นค่าบำบัดต่อครั้ง = 7.60+12.00

= 19.60 บาท

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# ภาคผนวก ข

## ราคาของอุปกรณ์ที่ใช้สร้างเครื่องมือผลิตก๊าซโอโซน

ข.1 การแจกแจง ราคาของอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่นำมาออกแบบ และสร้างเป็นเครื่องมือผลิตก๊าซโอโซนด้วยหลอดอุลตราไวโอเลตที่มีความยาวคลื่นแสงต่ำกว่า 200 นาโนเมตร (ราคาดังกล่าวเป็นราคาที่จำหน่ายทั่วไปตามท้องตลาด)

| รายการที่ | รายละเอียด | จำนวนที่ใช้ | ราคารวม(ประมาณการ) (บาท) |
|---|---|---|---|
| 1 | ท่อพีวีซีขนาด ϕ3" | 4 เมตร | |
| | และข้อลดพีวีซีขนาด ϕ3"xϕ2" | 4 ชิ้น | 300 |
| 2 | พัดลมขนาดเล็ก | 4 ชุด | 1,200 |
| 3 | NOISE FILTER (250VAC,10A) | 1 ชุด | 500 |
| 4 | CIRCUIT BREAKER (250VAC,10A) | 1 ชุด | 150 |
| 5 | TRANSFORMER | | |
| | (230V,0.5A : 1.5KV,23/30mA | 1 ชุด | 1,000 |
| 6 | Amp METER (0-10A) | 1 ชุด | 250 |
| 7 | VOLT METER (0-500V) | 2 ชุด | 500 |
| 8 | MAGNETIC CONTACTOR AND | | |
| | RELAY COIL (20A) | 1 ชุด | 200 |

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

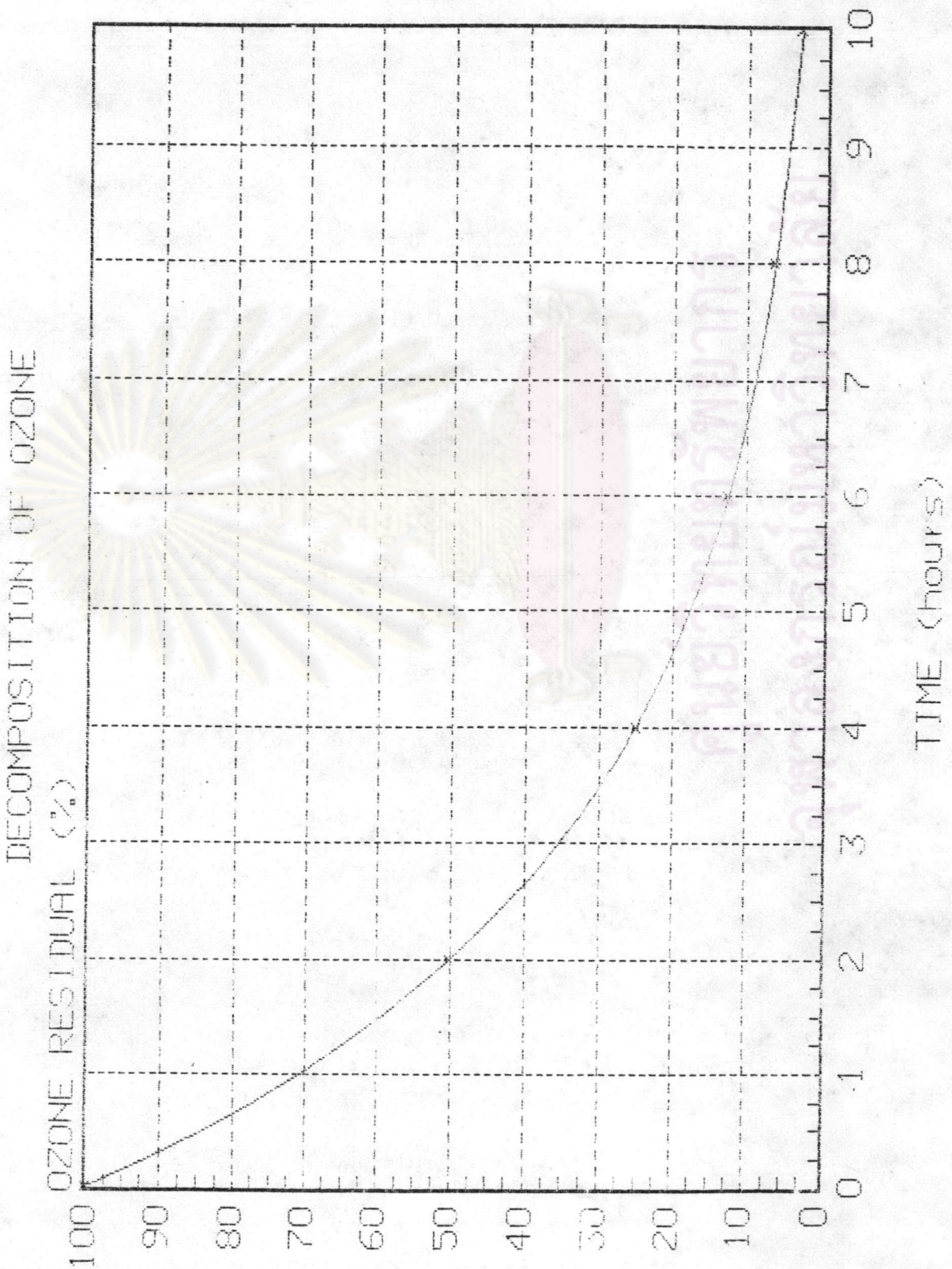
| รายการที่ | รายละเอียด | จำนวนที่ใช้ | ราคารวม(ประมาณการ) (บาท) |
|---|---|---|---|
| 9 | TIME DELAY RELAY UNIT (0-10 HRS) | 1 ชุด | 700 |
| 10 | FUSE (250VAC,7A) | 1 ตัว | 50 |
| 11 | ELECTRONIC POTENTIOMETER (600W.) | 1 ชุด | 1,000 |
| 12 | ชุดหลอดไฟฟ้าเขียว แดง และส้ม | 9 ชุด | |
| | ชุดปุ่มกด | 1 ชุด | |
| | และชุดปุ่มกด ON-OFF | 1 ชุด | 500 |
| 13 | สวิทช์และอุปกรณ์ | 1 ชุด | 120 |
| 14 | สายไฟฟ้า | - | 200 |
| 15 | อุปกรณ์ทำโครงสร้างและอื่น ๆ | - | 330 |
| | **รวมมูลค่าทั้งสิ้น** | | **7,000** |

**หมายเหตุ** ราคามูลค่ารวมข้างต้น ยังไม่รวมค่าหลอดอุลตราไวโอเลต ที่นำมาใช้ประกอบเป็นเครื่องมือ เนื่องจาก หลอดอุลตราไวโอเลต ที่ได้มาไม่มีจำหน่ายตามท้องตลาดทั่วไป เพราะเป็นสินค้าที่จำหน่ายให้กับผู้ผลิตเครื่องมือผลิตก๊าซโอโซนด้วยหลอดชนิดนี้เท่านั้น

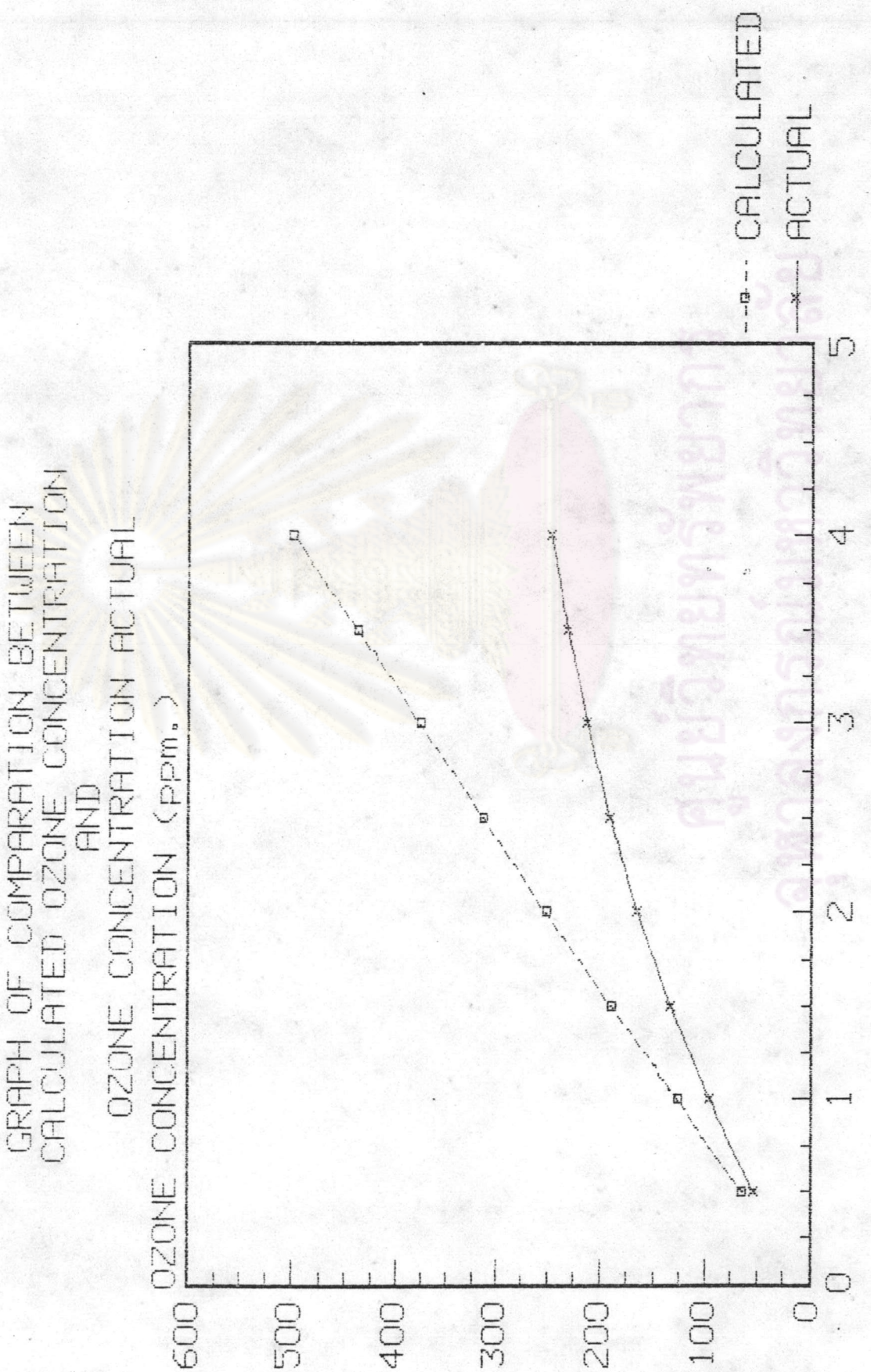
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## ภาคผนวก ค

**รูปที่ ค.1** กราฟแสดงการสลายตัวของก๊าซโอโซนเปรียบเทียบกับเวลาที่เปลี่ยนไป



**รูปที่ ค.2** กราฟแสดงการเปรียบเทียบระหว่างความเข้มข้นของก๊าซโอโซนที่ได้จากการคำนวณกับที่เกิดขึ้นจริง



# ภาคผนวก ง

## ผลการทดสอบความแปรปรวนของข้อมูลด้วยโปรแกรม SPSS

ง.1 ผลการทดสอบข้อมูลของระยะเวลาในการฉีดพ่นด้วยก๊าซโอโซนกับความสามารถในการกำจัดเชื้อฟังกัส

**ส่วนที่ 1 :**

```
DATA LIST file 'c:\spss\data3.dat'
        /FMTIME 1-1  EFFTN 5-9.
ONEWAY /VARIABLES EFFTN BY FMTIME (1 ,8)
The raw data or transformation pass is proceeding
        24 cases are written to the compressed active file.
        /RANGES LSD
        /RANGES TUKEY
        /OPTIONS 2
        /STATISTICS ALL.
        Variable  EFFTN
    By Variable  FMTIME
```

Analysis of Variance

| Source | D.F. | Sum of Squares | Mean Squares | F Ratio | F Prob. |
|---|---|---|---|---|---|
| Between Groups | 7 | 20890800.50 | 2984400.071 | 323.4903 | .0000 |
| Within Groups | 16 | 147610.0000 | 9225.6250 | | |
| Total | 23 | 21038410.50 | | | |

**ส่วนที่ 2 :**

| Group | Count | Mean | Standard Deviation | Standard Error | 95 Pct Conf Int for Mean |
|---|---|---|---|---|---|
| Grp 1 | 3 | 5794.6667 | 87.8484 | 50.7193 | 5576.4369 To 6012.8965 |
| Grp 2 | 3 | 6239.6667 | 60.9545 | 35.2152 | 6088.1462 To 6391.1872 |
| Grp 3 | 3 | 6912.6667 | 122.5003 | 70.7256 | 6608.3556 To 7216.9777 |
| Grp 4 | 3 | 7355.0000 | 88.3912 | 51.0327 | 7135.4217 To 7574.5783 |
| Grp 5 | 3 | 7749.0000 | 131.4116 | 75.8705 | 7422.5520 To 8075.4480 |
| Grp 6 | 3 | 8139.6667 | 81.1193 | 46.8342 | 7938.1530 To 8341.1803 |
| Grp 7 | 3 | 8321.6667 | 22.1886 | 12.8106 | 8266.5466 To 8376.7868 |
| Grp 8 | 3 | 8533.6667 | 123.3140 | 71.1953 | 8227.3344 To 8839.9989 |
| Total | 24 | 7380.7500 | 956.4066 | 195.2257 | 6976.8949 To 7784.6051 |
| Fixed Effects Model | | | 96.0501 | 19.6061 | 7339.1868 To 7422.3132 |
| Random Effects Model | | | | 352.6330 | 6546.9074 To 8214.5926 |

Random Effects Model-Estimate of Between Component Variance 991724.8155

ส่วนที่ 3 :

| Group | Minimum | Maximum |
|---|---|---|
| Grp 1 | 5740.0000 | 5896.0000 |
| Grp 2 | 6186.0000 | 6306.0000 |
| Grp 3 | 6837.0000 | 7054.0000 |
| Grp 4 | 7258.0000 | 7431.0000 |
| Grp 5 | 7612.0000 | 7874.0000 |
| Grp 6 | 8046.0000 | 8187.0000 |
| Grp 7 | 8298.0000 | 8342.0000 |
| Grp 8 | 8396.0000 | 8634.0000 |
| Total | 5740.0000 | 8634.0000 |

Tests for Homogeneity of Variances

Cochrans C = Max. Variance/Sum(Variances) = .2340, P = 1.000 (Approx.)

Bartlett-Box F = .695 , P = .677

Maximum Variance / Minimum Variance 35.076

ส่วนที่ 4 :

Variable EFFTN

By Variable FMTIME

Multiple Range Test

LSD Procedure

Ranges for the .050 level -

3.00 3.00 3.00 3.00 3.00 3.00 3.00

The ranges above are table ranges.

The value actually compared with Mean(J)-Mean(I) is..

67.9177 * Range * Sqrt(1/N(I) + 1/N(J))

(*) Denotes pairs of groups significantly different at the .050 level

ส่วนที่ 5 :

Variable EFFTN

(Continued)

| Mean | Group | G r p 1 | G r p 2 | G r p 3 | G r p 4 | G r p 5 | G r p 6 | G r p 7 | G r p 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 5794.6667 | Grp 1 | | | | | | | | |
| 6239.6667 | Grp 2 | * | | | | | | | |
| 6912.6667 | Grp 3 | * | * | | | | | | |
| 7355.0000 | Grp 4 | * | * | * | | | | | |
| 7749.0000 | Grp 5 | * | * | * | * | | | | |
| 8139.6667 | Grp 6 | * | * | * | * | * | | | |
| 8321.6667 | Grp 7 | * | * | * | * | * | * | | |
| 8533.6667 | Grp 8 | * | * | * | * | * | * | * | |

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ส่วนที่ 6 :

Homogeneous Subsets (Subsets of groups, whose highest and lowest means do not differ by more than the shortest significant range for a subset of that size)

SUBSET 1

Group Grp 1

Mean 5794.6667

SUBSET 2

Group Grp 2

Mean 6239.6667

SUBSET 3

Group Grp 3

Mean 6912.6667

SUBSET 4

Group Grp 4

Mean 7355.0000

SUBSET 5

Group Grp 5

Mean 7749.0000

SUBSET 6

Group Grp 6

Mean 8139.6667

SUBSET 7

Group Grp 7

Mean 8321.6667

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

SUBSET 8

Group Grp 8 .

Mean 8533.6667

**ส่วนที่ 7 :**

Variable EFFTN

By Variable FMTIME

Multiple Range Test

Tukey-HSD Procedure

Ranges for the .050 level -

4.90 4.90 4.90 4.90 4.90 4.90 4.90

The ranges above are table ranges.

The value actually compared with Mean(J)-Mean(I) is..

67.9177 * Range * Sqrt(1/N(I) + 1/N(J))

(*) Denotes pairs of groups significantly different at the .050 level

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ส่วนที่ 8

Variable EFFTN

(Continued)

| Mean | Group | G G G G G G G G<br>r r r r r r r r<br>p p p p p p p p<br>1 2 3 4 5 6 7 8 |
|---|---|---|
| 5794.6667 | Grp 1 | |
| 6239.6667 | Grp 2 | * |
| 6912.6667 | Grp 3 | * * |
| 7355.0000 | Grp 4 | * * * |
| 7749.0000 | Grp 5 | * * * * |
| 8139.6667 | Grp 6 | * * * * * |
| 8321.6667 | Grp 7 | * * * * * |
| 8533.6667 | Grp 8 | * * * * * * |

Homogeneous Subsets (Subsets of groups, whose highest and lowest means do not differ by more than the shortest significant range for a subset of that size)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ส่วนที่ 9 :

SUBSET 1

Group Grp 1

Mean 5794.6667

SUBSET 2

Group Grp 2

Mean 6239.6667

SUBSET 3

Group Grp 3

Mean 6912.6667

SUBSET 4

Group Grp 4

Mean 7355.0000

SUBSET 5

Group Grp 5

Mean 7749.0000

SUBSET 6

Group Grp 6

Mean 8139.6667 8321.6667

SUBSET 7

Group Grp 7 Grp 8

Mean 8321.6667 8533.6667

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ส่วนที่ 10 :

Criterion Variable EFFTN

Analysis of Variance

| Source | Sum of Squares | D.F. | Mean Square | F | Sig. |
|---|---|---|---|---|---|
| Between Groups | 20890800.500 | 7 | 2984400.0714 | 323.4903 | .0000 |
| Linearity | 20229660.071 | 1 | 20229660.071 | 2192.7685 | .0000 |
| Dev. from Linearity | 661140.4286 | 6 | 110190.0714 | 11.9439 | .0000 |
| | R = .9806 | | R Squared = .9616 | | |
| Within Groups | 147610.0000 | | 16 9225.6250 | | |
| | Eta = .9965 | | Eta Squared = .9930 | | |

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ง.2 ผลการทดสอบข้อมูลของระยะเวลาในการฉีดพ่นด้วยก๊าซโอโซนกับความสามารถในการกำจัดเชื้อแบคทีเรีย

**ส่วนที่ 1 :**

```
DATA LIST file 'c:\spss\data4.dat'
       /FMTIME 1-1  EFFTN 5-9.
ONEWAY /VARIABLES EFFTN BY FMTIME (1 ,8)
The raw data or transformation pass is proceeding
       24 cases are written to the compressed active file.
       /RANGES LSD
       /RANGES TUKEY
       /OPTIONS 2
       /STATISTICS ALL.
       Variable  EFFTN
    By Variable  FMTIME
```

Analysis of Variance

| Source | D.F. | Sum of Squares | Mean Squares | F Ratio | F Prob. |
|---|---|---|---|---|---|
| Between Groups | 7 | 10546495.33 | 1506642.190 | 110.0954 | .0000 |
| Within Groups | 16 | 218958.0000 | 13684.8750 | | |
| Total | 23 | 10765453.33 | | | |

ส่วนที่ 2 :

| Group | Count | Mean | Standard Deviation | Standard Error | 95 Pct Conf Int for Mean |
|---|---|---|---|---|---|
| Grp 1 | 3 | 6428.3333 | 111.1321 | 64.1621 | 6152.2630 To 6704.4037 |
| Grp 2 | 3 | 6995.3333 | 130.0205 | 75.0674 | 6672.3409 To 7318.3257 |
| Grp 3 | 3 | 7100.0000 | 43.5086 | 25.1197 | 6991.9174 To 7208.0826 |
| Grp 4 | 3 | 7430.3333 | 155.0043 | 89.4918 | 7045.2771 To 7815.3896 |
| Grp 5 | 3 | 7698.6667 | 90.1684 | 52.0587 | 7474.6736 To 7922.6598 |
| Grp 6 | 3 | 7819.0000 | 109.5856 | 63.2693 | 7546.7713 To 8091.2287 |
| Grp 7 | 3 | 8298.6667 | 21.2211 | 12.2520 | 8245.9501 To 8351.3833 |
| Grp 8 | 3 | 8588.3333 | 183.6146 | 106.0100 | 8132.2043 To 9044.4624 |
| Total | 24 | 7544.8333 | 684.1514 | 139.6518 | 7255.9415 To 7833.7252 |
| Fixed Effects Model | | | 116.9824 | 23.8789 | 7494.2123 To 7595.4544 |
| Random Effects Model | | | | 250.5529 | 6952.3712 To 8137.2955 |

Random Effects Model-Estimate of Between Component Variance 497652.4385

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ส่วนที่ 3 :

| Group | Minimum | Maximum |
|---|---|---|
| Grp 1 | 6304.0000 | 6518.0000 |
| Grp 2 | 6848.0000 | 7094.0000 |
| Grp 3 | 7056.0000 | 7143.0000 |
| Grp 4 | 7306.0000 | 7604.0000 |
| Grp 5 | 7596.0000 | 7765.0000 |
| Grp 6 | 7712.0000 | 7931.0000 |
| Grp 7 | 8284.0000 | 8323.0000 |
| Grp 8 | 8414.0000 | 8780.0000 |
| Total | 6304.0000 | 8780.0000 |

Tests for Homogeneity of Variances

Cochrans C = Max. Variance/Sum(Variances) = .3080, P = .608 (Approx.)

Bartlett-Box F = 1.079 , P = .377

Maximum Variance / Minimum Variance 74.865

ส่วนที่ 4 :

Variable EFFTN

By Variable FMTIME

Multiple Range Test

LSD Procedure

Ranges for the .050 level -

3.00 3.00 3.00 3.00 3.00 3.00 3.00

The ranges above are table ranges.

The value actually compared with Mean(J)-Mean(I) is..

82.7190 * Range * Sqrt(1/N(I) + 1/N(J))

(*) Denotes pairs of groups significantly different at the .050 level

**ส่วนที่ 5 :**

Variable EFFTN

(Continued)

| Mean | Group | G G G G G G G G<br>r r r r r r r r<br>p p p p p p p p<br>1 2 3 4 5 6 7 8 |
|---|---|---|
| 6428.3333 | Grp 1 | |
| 6995.3333 | Grp 2 | * |
| 7100.0000 | Grp 3 | * |
| 7430.3333 | Grp 4 | * * * |
| 7698.6667 | Grp 5 | * * * * |
| 7819.0000 | Grp 6 | * * * * |
| 8298.6667 | Grp 7 | * * * * * * |
| 8588.3333 | Grp 8 | * * * * * * * |

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**ส่วนที่ 6 :**

Homogeneous Subsets (Subsets of groups, whose highest and lowest means do not differ by more than the shortest significant range for a subset of that size)

SUBSET 1

| Group | Grp 1 |
|---|---|
| Mean | 6428.3333 |

SUBSET 2

| Group | Grp 2 | Grp 3 |
|---|---|---|
| Mean | 6995.3333 | 7100.0000 |

SUBSET 3

| Group | Grp 4 |
|---|---|
| Mean | 7430.3333 |

SUBSET 4

| Group | Grp 5 | Grp 6 |
|---|---|---|
| Mean | 7698.6667 | 7819.0000 |

SUBSET 5

| Group | Grp 7 |
|---|---|
| Mean | 8298.6667 |

SUBSET 6

| Group | Grp 8 |
|---|---|
| Mean | 8588.3333 |

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ส่วนที่ 7 :

Variable EFFTN

By Variable FMTIME

Multiple Range Test

Tukey-HSD Procedure

Ranges for the .050 level -

4.90 4.90 4.90 4.90 4.90 4.90 4.90

The ranges above are table ranges.

The value actually compared with Mean(J)-Mean(I) is..

82.7190 * Range * Sqrt(1/N(I) + 1/N(J))

(*) Denotes pairs of groups significantly different at the .050 level

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ส่วนที่ 8 :

Variable EFFTN

(Continued)

| Mean | Group | G G G G G G G G<br>r r r r r r r r<br>p p p p p p p p<br>1 2 3 4 5 6 7 8 |
|---|---|---|
| 6428.3333 | Grp 1 | |
| 6995.3333 | Grp 2 | * |
| 7100.0000 | Grp 3 | * |
| 7430.3333 | Grp 4 | * * |
| 7698.6667 | Grp 5 | * * * |
| 7819.0000 | Grp 6 | * * * * |
| 8298.6667 | Grp 7 | * * * * * * |
| 8588.3333 | Grp 8 | * * * * * * |

Homogeneous Subsets (Subsets of groups, whose highest and lowest means do not differ by more than the shortest significant range for a subset of that size)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ส่วนที่ 9 :

SUBSET 1

| Group | Grp 1 |
|---|---|
| Mean | 6428.3333 |

SUBSET 2

| Group | Grp 2 | Grp 3 |
|---|---|---|
| Mean | 6995.3333 | 7100.0000 |

SUBSET 3

| Group | Grp 3 | Grp 4 |
|---|---|---|
| Mean | 7100.0000 | 7430.3333 |

SUBSET 4

| Group | Grp 4 | Grp 5 |
|---|---|---|
| Mean | 7430.3333 | 7698.6667 |

SUBSET 5

| Group | Grp 5 | Grp 6 |
|---|---|---|
| Mean | 7698.6667 | 7819.0000 |

SUBSET 6

| Group | Grp 7 | Grp 8 |
|---|---|---|
| Mean | 8298.6667 | 8588.3333 |

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# ภาคผนวก จ

## ผลการทดลองหาความสามารถในการกำจัดแบคทีเรียและฟังกัส โดยวิธีรมด้วยฟอร์มาลีนทำปฏิกิริยากับด่างทับทิม

ข้อมูลทั่วไป : ปริมาตรของห้องทดสอบ = 41.25 ลบ.ม.

ปริมาตรของฟอร์มาลีนที่ใช้ = 20 ลบ.ซม.

ปริมาณของด่างทับทิมที่ใช้ = 10 กรัม

ระยะเวลาวางถาดเพาะเชื้อ (ก่อนรมห้อง) = 10 ชั่วโมง

ระยะเวลาวางถาดเพาะเชื้อ (หลังรมห้อง) = 10 ชั่วโมง

ก่อนรมห้อง :

| ครั้งที่ทดลอง | สภาวะทั่วไป T(°F.) | RH(%) | P(mmHg) | เชื้อแบคทีเรีย POS.1 | POS.2 | AVE. | เชื้อฟังกัส POS.1 | POS.2 | AVE. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 90 | 55 | 756 | 102 | 105 | 103.5 | 98 | 107 | 102.5 |
| 2 | 89 | 58 | 755 | 108 | 99 | 103.5 | 89 | 95 | 92 |
| 3 | 89 | 62 | 755 | 98 | 107 | 102.5 | 100 | 104 | 102 |

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**หลังรมห้อง :**

| การทดลองที่ | สภาวะทั่วไป T(°F.) | RH(%) | P(mmHg) | จำนวนโคโลนีที่พบ เชื้อแบคทีเรีย POS.1 | POS.2 | AVE. | เชื้อฟังกัส POS.1 | POS.2 | AVE. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 91 | 53 | 756 | 12 | 11 | 11.5 | 10 | 11 | 10.5 |
| 2 | 90 | 57 | 755 | 9 | 13 | 11 | 8 | 12 | 10 |
| 3 | 89 | 60 | 755 | 11 | 9 | 10 | 8 | 10 | 9 |

จากผลของการทดลองทั้งสาม ความสามารถในการกำจัดเชื้อแบคทีเรียและฟังกัส เป็นดังนี้

เชื้อแบคทีเรีย :

การทดลองที่ 1; ค่าความสามารถในการกำจัด = (102.5-10.5)(100%)/102.5

= 89.76%

การทดลองที่ 2; ค่าความสามารถในการกำจัด [illegible]

การทดลองที่ 3; ค่าความสามารถในการกำจัด = 91.18%

ดังนั้น ค่าความสามารถในการกำจัด (เฉลี่ย) = 90.02%

เชื้อฟังกัส :

การทดลองที่ 1; ค่าความสามารถในการกำจัด = (103.5-11.5)(100%)/103.5

= 88.89%

การทดลองที่ 2; ค่าความสามารถในการกำจัด = 89.94%

การทดลองที่ 3; ค่าความสามารถในการกำจัด = 90.24%

ดังนั้น ค่าความสามารถในการกำจัด (เฉลี่ย) = 89.69%

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# ประวัติผู้เขียน

นายเอกชัย จิตต์รุ่งเรืองสุข เกิดเมื่อวันที่ 21 กันยายน พ.ศ.2507 สำเร็จการศึกษาปริญญาตรีวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาเคมีวิศวกรรม จากภาควิชาเคมีเทคนิค คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2530 และเข้าศึกษาต่อในระดับปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปีการศึกษา 2533

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย