รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กนกรัตน์ ศิริพานิชกร. 2541. โรคติดเชื้อ. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์โฮลิสติก,

กฤตกรณ์ ประทุมวงษ์. 2540. เชื้อแบคทีเรียในอากาศที่ทำให้เกิดโรคทางเดินหายใจในย่านชุมชนของกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สหสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

กฤตกรณ์ ประทุมวงษ์, อรยา สุตเธียรกุล, นพภาพร พานิช และอุรชา นิวาตพันธ์. 2544. แบคทีเรียในอากาศย่านจราจรหนาแน่นของกรุงเทพมหานคร. วารสารสาธารณสุขศาสตร์. 31(กันยายน - ธันวาคม 2544): 205 -216.

กัลยา วาณิชย์บัญชา. 2543. การใช้ SPSS for windows ในการวิเคราะห์ข้อมูล. กรุงเทพมหานคร: ซีเค แอนด์ เอส โฟโต้ สตูดิโอ,

เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์. 2537. วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์มิตรนราการพิมพ์,

ควบคุมมลพิษ,กรม. 2545. คุณภาพอากาศจากสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศในกรุงเทพมหานคร ปี 2544. กรุงเทพมหานคร: กรมควบคุมมลพิษ, (อัดสำเนา)

ชมภูศักดิ์ พูลเกษ และ เทพนม เมืองแมน. 2539. การตรวจพบเชื้อโรคในบรรยากาศและการจราจรบริเวณกรุงเทพมหานคร . วารสารวิชาการสมาคมสถาบันอุดมศึกษาเอกชนแห่งประเทศไทย 3: 10-15.

ดลพร เจียรณ์มงคล. 2544. ความสัมพันธ์ระหว่างการกระจายของจุลินทรีย์ในอากาศกับปัญหาสุขภาพของชุมชนรอบศูนย์รวบรวมขยะหนองแขม. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สหสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ดำรง ทิพย์โยธา. 2543. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วย SPSS Version 9 for windows. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,

นพภาพร พานิช. 2544. ปัญหาฝุ่นละอองในกรุงเทพมหานคร. วารสารสิ่งแวดล้อม. 5(เมษายน-มิถุนายน 2544): 10-23.

บัญญัติ สุขศรีงาม. 2534. จุลชีววิทยาทั่วไป. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์,

พิชิต สกุลพราหมณ์ และคณะ.2518. รายงานการวิจัยเรื่องการศึกษาเกี่ยวกับสภาวะความสกปรกบางอย่างในเขตพื้นที่ของกรุงเทพมหานคร. 28 พฤษภาคม 2517 – 23 มกราคม 2518. คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.

วงศ์พันธ์ ลิมปเสนีย์, นิตยา มหาผล และ ธีระ เกรอต .2540. มลภาวะอากาศ. พิมพ์ครั้งที่ 5 . กรุงเทพมหานคร:สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,

ศิริกัลยา สุวจิตตานนท์ , วิวัฒน์ ตัณฑะพานิชกุล , ชิคาโอะ คานาโอกะ และ จุฑามาศ เกตุทัต . 2542 มลภาวะอากาศ. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,

สมจิต วัฒนาชยากุล. 2543. สถิติวิเคราะห์เบื้องต้น. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์ประกายพรึก,

อนามัย,กรม. อนามัยสิ่งแวดล้อม,สำนัก. 2541. คุณภาพอากาศที่มีผลกระทบต่อสุขภาพของคนไทย. นนทบุรี : กระทรวงสาธารณสุข,

ภาษาอังกฤษ

Brennan R.M. and Gella M.A.(n.d.). Determination of bacterial air pollution at a wastewater treatment plant:community-service learning involving microbiology.[online] Available from:http://www.Niagara.edu.[2001,Nov 13]

Burge H.A. 1995. Bioaerosols. Boca Raton : Lewis publisher,

Delost,M.D. 1997. Introduction to diagnostic microbiology:A text & workbook. Missouri: Mosby,

Dowd, S. E. and Maier, R. M. 2000. Aeromicrobiology. In R.M. Maier ; I. L. Pepper and C.P. Gerba (eds.), Environmental Microbiology. pp. 91 – 122. London : Academic Press,

Finegold,S.M., Martin,W.J. and Scott, E. G. 1978. Bailey and Scott's Diagnostic microbiology 5th ed. Saint Louis : C.V. Mosby company,

Fuzzi S., Mandrioli P. Perfetto A. 1997. Fog droplets – an atmospheric source of secondary biological aerosol particles. Atmospheric Environment 31:287 – 290.

Hagler Baily Services, Inc.1998. Health Effects of Particulate Matter Air Pollution in Bangkok (Executive Summary). Prepared for Pollution Control Department, Bangkok, Thailand

Heidelberg J.F., Shahamat M., Levin M., Rahman I., Stelma G., Grim C. and Colwell R.R. 1997. Effect of aerosolization on culturability and viability of Gram-Negative Bacteria. Applied and Environmental Microbiology 63: 3585 – 3588.

Holt J.G., Krieng N.R., Sneath P.H.A.,Staley J.T., Williams S.T., 1994 . Bergey 's manual of Determinative Bacteriology. 9th ed. Philadelphia:Lippincott,

Koneman E. W. , Allen S. D. , Janda W. M. , Schreckenberger P.C. and Winn W.C. 1997. Color Atlas and textbook of Diagnostic microbiology. 5 nd ed. Philadelphia: Lippincott,

Lechevalier H.A. 1990. Aerobic or facultatively anaerobic gram positive cocci. In O'Leary W.(eds.) Practical Handbook of Microbiology. pp.95-97. Baca Raton: CRC press,

Mahdy H. M., El – Sehrawi M. H. 1997. Airborne bacteria in the atmosphere of El-Taif region, Saudi Arabia. Water air and soil pollution 98:317 – 324.

May, K.R. 1967. Airborne microbes. Seventeenth Symposium of the Society for General Microbiology Held at the Imperial College . pp. 76 –77.

Mcclellan, R.O. 2000. Particle interactions with the respiratory tract. In P. Gerh and J.Heydar (eds.) Particle-Lung Interactions. pp. 3-56. New York: Marcel Dekker,

Muilenberg , M.L. 1995. The Outdoor Aerosol. In H.A. Burge (eds.), Bioaerosols. pp.163 – 204 Boca Raton: Lewis publisher,

Salle,AJ., 1978. Fundamental Principles of Bacteriology. New delhi, Tata: McGraw-Hill,

Schillinger J.E., Vu T. and Bellin P. 1999. Airborne fungi and bacteria: Background levels in office Buildings. Journal of Environmental health. 62(2): 9-14

Shaffer B.T. and Lightart B. 1997. Survey of culturable airborne bacteria at four diverse locations in Oregon : Urban,Rural,Forest and Coastal. Microbial Ecology 34:167 – 177.

Suresh D. and Widmer,K.W. 1996. Occurrence of airborne bacteria and pathogen indicatorsduring land application of sewage sludge. Applied and environmental microbiology. 62(1): 296-299.

Yu C.L., Ling M.Z. 1994. The research situation of air microbes and human health public places. In Leslie G.B. , Leslie K.J.,Hung J, Qin Y. Indoor Air Quality in Asia. Proceeding of the International Conference. Beijing October 18-20, 1994. London: Lonsdale, pp 93-101

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ภาคผนวก ก

การคำนวณปริมาณแบคทีเรียจากตัวอย่างอากาศที่เก็บ

ในการศึกษาครั้งนี้ทำการเก็บตัวอย่างอากาศ 5 ลิตร ลงสู่สารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ในปริมาณ 5 มิลลิลิตร หลังจากนั้นนำสารละลาย 20 ไมโครลิตร ไปทำ drop Plate บนอาหารเลี้ยงเชื้อ Nutrient Agar และ Blood Agar แล้วจึงนับจำนวน โคโลนีเพื่อไปคำนวณหา จำนวนโคโลนีของแบคทีเรียต่อปริมาตรอากาศ 1 ลบ.ม. (CFU/m^3) โดยมีวิธีคำนวณดังนี้

จำนวนโคโลนีที่นับได้จากจานเลี้ยงเชื้อ = X CFU

$\therefore$ จำนวนโคโลนีในสารละลาย $20x10^{-6}$ ลิตร = X CFU

จำนวนโคโลนีในสารละลาย $5x\ 10^{-3}$ ลิตร = $X\ (5x\ 10^{-3} / 20x10^{-6})$ CFU

จำนวนโคโลนีในสารละลาย 5 มล. = จำนวนโคโลนีในตัวอย่างอากาศ 5 ลิตร

= 250X CFU

$\therefore$ จำนวนโคโลนีในตัวอย่างอากาศ 5 ลิตร = 250X CFU

จำนวนโคโลนีในตัวอย่างอากาศ 1000 ลิตร = 250X (1000/5) CFU

จำนวนโคโลนีของแบคทีเรียต่ออากาศ 1 ลบ.ม. = $\frac{\text{จำนวนโคโลนีของแบคทีเรียที่นับได้ x (250)(1000)}}{5}$

= จำนวนโคโลนีของแบคทีเรียที่นับได้ x 50000

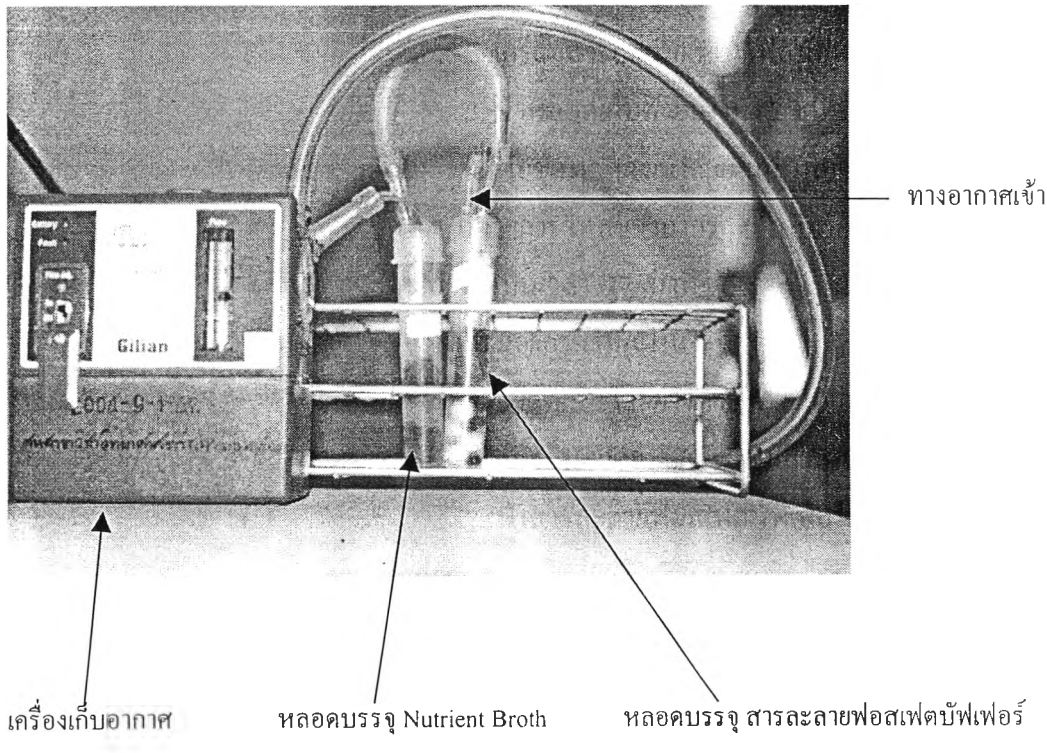
ภาคผนวก ข

ภาคผนวก ข

การหาอัตราการไหลอากาศในการเก็บตัวอย่างที่เหมาะสม

ศึกษาหาอัตราการไหลของอากาศที่เหมาะสมที่จะสามารถเก็บกักแบคทีเรียในอากาศได้สูงที่สุดโดยเปรียบเทียบที่อัตราการไหลของอากาศ 0.1 ลิตรต่อนาที เป็นเวลา 50 นาที , 0.3 ลิตรต่อนาที เป็นเวลา 17 นาที , 0.5 ลิตรต่อนาที เป็นเวลา 10 นาที

ชุดเก็บตัวอย่างชุดนี้ประกอบด้วย เครื่องเก็บอากาศ Personal Air Sampler ซึ่งต่อกับหลอดพลาสติกภายในบรรจุ Nutrient Broth และหลอดเก็บตัวอย่างภายในบรรจุสารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ เก็บตัวอย่างด้วยเทคนิค Liquid Impingement ดังรูปที่ข.1



รูปที่ ข-1 ชุดเก็บตัวอย่างเพื่อหาอัตราการไหลของอากาศที่เหมาะสม

หลักการทดลอง คือ ต่อชุดการทดลองเข้าด้วยกันแล้วนำไปเก็บตัวอย่างที่ความสูง 1.5 เมตร อากาศจะไหลเข้าทางรูเข้าของหลอดที่บรรจุสารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์เป็นปริมาตรอากาศ 5 ลิตร อนุภาคที่อยู่ในอากาศจะละลายในสารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ หลังจากนั้นอากาศจะไหลออกมาทางรูออก และไหลเข้าทางรูเข้าของหลอดที่บรรจุ Nutrient Broth อนุภาคในอากาศจะลงไปละลายใน Nutrient Broth และออกทางรูออก หลังจากนั้นนำสารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ ไปเลี้ยงเชื้อบนอาหารเลี้ยงเชื้อ Nutrient Agar แล้วนับจำนวนโคโลนีแบคทีเรีย ส่วนหลอดที่มี Nutrient Broth นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง หลังจากนั้นสังเกตว่า Nutrient Broth ขุ่นหรือไม่ ถ้าขุ่นแสดงว่าที่อัตราการไหลของอากาศนั้นไม่สามารถเก็บกักแบคทีเรียลงสู่สารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ได้หมด จึงมีการเจริญเติบโตของแบคทีเรียในหลอดที่ 2

วิธีการทดลอง

1. เตรียมสารละลาย Nutrient Broth ลงในหลอดเก็บตัวอย่าง หลอดละ 5 มิลลิลิตร

2. เตรียมสารละลาย ฟอสเฟตบัฟเฟอร์ ลงในหลอดเก็บตัวอย่าง หลอดละ 5 มิลลิลิตร

3. นำหลอดเก็บตัวอย่างทั้ง 2 ชนิด ไปนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

4. ต่อชุดทดลองเข้าด้วยกัน เพื่อเปรียบเทียบอัตราการไหลของอากาศ โดยจัดเป็น 3 ชุด คือ ชุดที่ 1 อัตราการไหลของอากาศ 0.1 ลิตร/นาที เป็นเวลา 50 นาที ชุดที่ 2 อัตราการไหลของอากาศ 0.3 ลิตร/นาที เป็นเวลา 17 นาที ชุดที่ 3 อัตราการไหลของอากาศ 0.5 ลิตร/นาที เป็นเวลา 10 นาที ทั้ง 3 ชุดจะมีอากาศไหลผ่าน 5 ลิตร

5. นำชุดเก็บตัวอย่างทั้ง 3 ชุด ไปเก็บตัวอย่างอากาศที่ระดับความสูง 1.5 เมตร

6. เมื่อเก็บตัวอย่างเสร็จแล้ว นำหลอดเก็บตัวอย่างแช่ในกระติกน้ำแข็งทันที

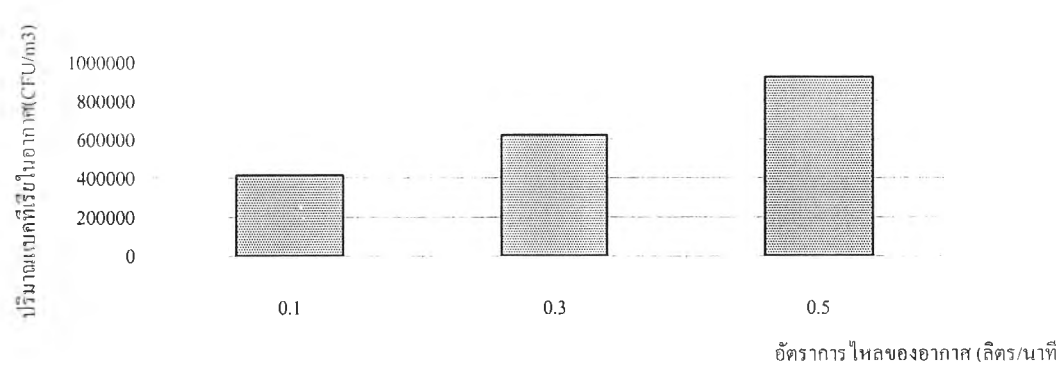
7. นำสารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ไปเลี้ยงเชื้อบน Nutrient Agar ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง แล้วนับจำนวนโคโลนีของแบคทีเรีย

8. นำหลอดที่มี Nutrient Broth ไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง แล้วสังเกตว่าอาหารขุ่นหรือไม่

ผลการศึกษาเป็นดังนี้

1) หลอดที่บรรจุ Nutrient Broth ที่อัตราการไหล 0.1 ลิตรต่อนาที เป็นเวลา 50 นาที 0.3 ลิตรต่อนาที เป็นเวลา 17 นาที 0.5 ลิตรต่อนาที เป็นเวลา 10 นาที ไม่ขุ่น แสดงว่าที่อัตราการไหลทั้ง 3 สามารถเก็บกักแบคทีเรียลงสู่สารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ได้หมด

2) จำนวนโคโลนีของแบคทีเรีย ที่อัตราการไหล 0.5 ลิตรต่อนาที มีปริมาณสูงที่สุด รองลงมาคือ 0.3 และ 0.1 ลิตรต่อนาที ตามลำดับ ดังรูปที่ ข.2



รูปที่ ข-2 แสดงค่าเฉลี่ยปริมาณแบคทีเรียในอากาศที่นับได้จากการอัตราการไหลของอากาศในระดับต่างๆ

จากผลการศึกษานี้ สรุปว่า ที่อัตราการไหลของอากาศ 0.5 ลิตรต่อนาที เวลา 10 นาทีเป็นอัตราการไหลของอากาศที่เหมาะสมในการทดลองครั้งนี้ เนื่องจากเป็นอัตราการไหลที่สามารถเก็บกักแบคทีเรียลงสู่สารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ได้หมด และสามารถนับจำนวนโคโลนีของแบคทีเรียได้มากที่สุด

ภาคผนวก ค

ตารางที่ ค-1 ค่าเฉลี่ยของปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดที่มีในตัวอย่างอากาศ (CFU/m^3) ที่พบบนอาหารเลี้ยงเชื้อ Nutrient Agar

ฤดูกาล		จุดเก็บตัวอย่าง		
		จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	สถานีรถไฟฟ้าสยามสแควร์	จุดเปรียบเทียบปรับพระรามสี่
		Mean ± SD (CFU/m^3)	**Mean ± SD (CFU/m^3)**	**Mean ± SD (CFU/m^3)**
ฤดูฝน	ส.ค.	195,834 ± 111,959	345,834 ± 41,248	211,111 ± 34,695
	ก.ย.	50,000 ± 00	50,000 ± 00	50,000 ± 00
	ต.ค.	55,556 ± 9,623	155,556 ± 120,493	69,445 ± 24,532
เฉลี่ยฤดูฝน		**88,542 ± 78,797** ^{A}	**152,083 ± 131,815** ^{B}	**92,857 ± 67,847** ^{A}
ฤดูแล้ง	พ.ย.	61,111 ± 19,245	173,333 ± 112,175	139,933 ± 53,500
	ธ.ค.	70,833 ± 25,000	156,667 ± 45,031	501,667 ± 278,912
	ม.ค.	86,111 ± 37,577	190,000 ± 88,663	555,000 ± 99,058
เฉลี่ยฤดูแล้ง		**72,500 ± 26,658** ^{A}	**173,333 ± 81,357** ^{B}	**398,867 ± 249,546** ^{C}

หมายเหตุ 1. ตัวอักษรพิมพ์ใหญ่ที่ต่างกันในแนวนอน หมายความว่ามีความแตกต่างกันตามจุดที่เก็บตัวอย่าง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ95 ตามวิธีการของLSD

ตารางที่ ค-2 ค่าเฉลี่ยของปริมาณแบคทีเรียในตัวอย่างอากาศ (CFU/m^3)ที่พบบนอาหารเลี้ยงเชื้อ Blood Agar

ฤดูกาล	จุดเก็บตัวอย่าง		
	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย **Mean ± SD (CFU/m^3)**	**สถานีรถไฟฟ้าสยามสแควร์** **Mean ± SD (CFU/m^3)**	**จุดเปรียบเทียบปรับพระรามสี่** **Mean ± SD (CFU/m^3)**
ฤดูฝน ส.ค.	83,334 ± 23,570	225,000 ± 58,926	125,000 ± 54,645
ก.ย.	50,000 ± 00	72,222 ± 19,245	54,167 ± 8,334
ต.ค.	50,000 ± 00	116,667 ± 77,280	53,333 ± 7,454
เฉลี่ยฤดูฝน	**58,333 ± 17,817** ^{A}	**125,000 ± 79,446** ^{B}	**71,528 ± 40,273** ^{A}
ฤดูแล้ง พ.ย.	50,000 ± 00	86,667 ± 50,552	136,667 ± 80,277
ธ.ค.	56,250 ± 12,500	103,333 ± 63,901	373,333 ± 311,716
ม.ค.	61,111 ± 19,245	178,333 ± 128,236	443,333 ± 79,582
เฉลี่ยฤดูแล้ง	**56,481 ± 13,029** ^{A}	**121,111 ± 86,251** ^{B}	**317,778 ± 223,293** ^{C}

หมายเหตุ 1. ตัวอักษรพิมพ์ใหญ่ที่ต่างกันในแนวนอน หมายความว่ามีความแตกต่างกันตามจุดที่เก็บตัวอย่าง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ95 ตามวิธีการของLSD

ตารางที่ ค-3 ค่าเฉลี่ยปริมาณแบคทีเรียที่พบบน Blood Agar (CFU/m^3) จำแนกตามการสลายเม็ดเลือดแดงจากพื้นที่จุดเก็บตัวอย่างทั้ง 3 แห่ง

เดือน	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย				ใต้สถานีรถไฟฟ้า BTS สยามสแควร์				จุดเปรียบเทียบปรับทางด่วนพระรามสี่			
	total	α	β	γ	total	α	β	γ	Total	α	β	γ
สิงหาคม	83,334	0	0	83,334	225,000	0	33,334	191,667	125,000	0	52,778	72,222
กันยายน	50,000	0	25,000	25,000	72,222	0	44,444	27,778	54,167	8,333	37,500	8,333
ตุลาคม	50,000	0	0	50,000	116,667	0	0	116,667	53,333	0	0	53,333
พฤศจิกายน	50,000	0	16,667	33,333	86,667	0	10,000	76,667	136,667	0	10,000	126,667
ธันวาคม	56,250	6,250	6,250	43,750	103,333	5,000	15,000	78,333	373,333	15,000	15,000	343,333
มกราคม	61,111	8,333	8,333	44,445	173,333	0	126,667	46,667	443,333	0	286,667	156,667

ตารางที่ ค-4 ข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา และปริมาณรถ

วันที่	ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	อุณหภูมิ (C^0)	ปริมาณน้ำฝน (มม.)	จำนวนรถ(คัน/นาที)	
				ถ.พระราม 1	ถ.พระราม 4
27 สิงหาคม 2544	70	30.0	.9	50	162
17 กันยายน 2544	50	35.7	.0	63	117
24 กันยายน 2544	65	32.8	22.3	54	144
15 ตุลาคม 2544	73	30.4	4.6	52	161
22 ตุลาคม 2544	55	31.4	.0	55	131
5 พฤศจิกายน 2544	52	31.0	.0	52	164
17 ธันวาคม 2544	51	33.3	.0	57	162
7 มกราคม 2545	45	29.8	.0	50	150

ภาคผนวก ง

ภาคผนวก ง

ง-1 ผลการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยปริมาณแบคทีเรียในอากาศที่พบบนอาหารเลี้ยงเชื้อ Nutrient Agar จากจุดเก็บตัวอย่างทั้ง 3 คือ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ใต้สถานีรถไฟฟ้า BTS สยามสแควร์ และจุดเปรียบเทียบปรับใต้ทางด่วนพระรามสี่ ในฤดูฝน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: bacteria

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	230796618301[a]	8	28849577288	7.803	.000
Intercept	503094095808	1	5.0309E+11	136.074	.000
SITE	40124202564	2	20062101282	5.426	.011
DATE	179035860189	2	89517930095	24.212	.000
SITE * DATE	22028531541	4	5507132885	1.490	.235
Error	92430522223	25	3697220889		
Total	755416833334	34			
Corrected Total	323227140524	33			

a. R Squared = .714 (Adjusted R Squared = .623)

Multiple Comparisons

Dependent Variable: bacteria

LSD

(I) SITE	(J) SITE	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
chula	siam	-63541.58*	27753.46	.031	-120700.90	-6382.27
	param4	-4315.39	26948.84	.874	-59817.56	51186.78
siam	chula	63541.58*	27753.46	.031	6382.27	120700.90
	param4	59226.19*	23920.47	.020	9961.06	108491.32
param4	chula	4315.39	26948.84	.874	-51186.78	59817.56
	siam	-59226.19*	23920.47	.020	-108491.32	-9961.06

Based on observed means.

*. The mean difference is significant at the .05 level.

ง-2 ผลการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยปริมาณแบคทีเรียในอากาศที่พบบนอาหารเลี้ยงเชื้อ Nutrient Agar จากจุดเก็บตัวอย่างทั้ง 3 คือ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ใต้สถานีรถไฟฟ้า BTS สยามสแควร์ และจุดเปรียบเทียบปรับใต้ทางด่วนพระรามสี่ ในฤดูแล้ง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: BACTERIA

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	1.23737E+12[a]	8	1.5467E+11	10.487	.000
Intercept	1.76829E+12	1	1.7683E+12	119.899	.000
SITE	718405158293	2	3.5920E+11	24.356	.000
DATE	157951554212	2	78975777106	5.355	.010
SITE * DATE	301970209878	4	75492552470	5.119	.003
Error	457193955787	31	14748192122		
Total	3.86054E+12	40			
Corrected Total	1.69456E+12	39			

a. R Squared = .730 (Adjusted R Squared = .661)

Multiple Comparisons

Dependent Variable: BACTERIA

LSD

(I) site	(J) site	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
chula	siam	-100833.37	49578.54	.051	-201949.47	282.74
	param4	-326366.83*	49578.54	.000	-427482.94	-225250.73
siam	chula	100833.37	49578.54	.051	-282.74	201949.47
	param4	-225533.47*	44344.40	.000	-315974.46	-135092.47
param4	chula	326366.83*	49578.54	.000	225250.73	427482.94
	siam	225533.47*	44344.40	.000	135092.47	315974.46

Based on observed means.

*. The mean difference is significant at the .05 level.

ง-3 ผลการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยปริมาณแบคทีเรียในอากาศที่พบบนอาหารเลี้ยงเชื้อ Blood Agar จากจุดเก็บตัวอย่างทั้ง 3 คือ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ใต้สถานีรถไฟฟ้า BTS สยามสแควร์ และจุดเปรียบเทียบปรับใต้ทางด่วนพระรามสี่ ในฤดูฝน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: BABACT

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	65655045741[a]	8	8206880718	4.916	.002
Intercept	230761680049	1	2.3076E+11	138.219	.000
SITE	28175166448	2	14087583224	8.438	.002
DATE	32264082665	2	16132041333	9.663	.001
SITE * DATE	9387517673.0	4	2346879418	1.406	.266
Error	35060209816	21	1669533801		
Total	321736088890	30			
Corrected Total	100715255557	29			

a. R Squared = .652 (Adjusted R Squared = .519)

Multiple Comparisons

Dependent Variable: BABACT

LSD

(I) SITE	(J) SITE	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
chula	siam	-66666.52*	19381.57	.002	-106972.70	-26360.35
	param4	-13194.46	18649.92	.487	-51979.09	25590.17
siam	chula	66666.52*	19381.57	.002	26360.35	106972.70
	param4	53472.07*	17495.18	.006	17088.86	89855.28
param4	chula	13194.46	18649.92	.487	-25590.17	51979.09
	siam	-53472.07*	17495.18	.006	-89855.28	-17088.86

Based on observed means.

*. The mean difference is significant at the .05 level.

ง-4 ผลการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยปริมาณแบคทีเรียในอากาศที่พบบนอาหารเลี้ยงเชื้อ Blood Agar จากจุดเก็บตัวอย่างทั้ง 3 คือ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ใต้สถานีรถไฟฟ้า BTS สยามสแควร์ และจุดเปรียบเทียบปรับใต้ทางด่วนพระรามสี่ ในฤดูแล้ง ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: BABACT

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	753495117265[a]	8	94186889658	5.393	.000
Intercept	964527295161	1	9.6453E+11	55.222	.000
SITE	464339020928	2	2.3217E+11	13.292	.000
DATE	101427819607	2	50713909804	2.904	.070
SITE * DATE	114253967020	4	28563491755	1.635	.191
Error	523987504816	30	17466250161		
Total	2.56701E+12	39			
Corrected Total	1.27748E+12	38			

a. R Squared = .590 (Adjusted R Squared = .480)

Multiple Comparisons

Dependent Variable: BABACT

LSD

(I) site	(J) site	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
chula	siam	-64629.62	55723.52	.255	-178432.24	49173.00
	param4	-261296.29*	55723.52	.000	-375098.91	-147493.67
siam	chula	64629.62	55723.52	.255	-49173.00	178432.24
	param4	-196666.67*	48257.99	.000	-295222.63	-98110.71
param4	chula	261296.29*	55723.52	.000	147493.67	375098.91
	siam	196666.67*	48257.99	.000	98110.71	295222.63

Based on observed means.

*. The mean difference is significant at the .05 level.

ง-5 ผลการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยปริมาณแบคทีเรียในอากาศบนอาหารเลี้ยงเชื้อ Nutrient Agar ในฤดูฝนกับฤดูแล้งบริเวณจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ95

Group Statistics

	season	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
bacteria	raincu	8	88541.75	78797.70	27859.20
	drycu	10	72499.90	26657.94	8429.98

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
									95% Confidence Interval of the Difference	
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
bacteria	Equal variances assumed	3.168	.094	.606	16	.553	16041.85	26479.18	-40091.51	72175.21
	Equal variances not assumed			.551	8.287	.596	16041.85	29106.69	-50676.46	82760.16

ง-6 ผลการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยปริมาณแบคทีเรียในอากาศบนอาหารเลี้ยงเชื้อ Nutrient Agar ในฤดูฝนกับฤดูแล้ง บริเวณใต้สถานีรถไฟฟ้า BTS สยามสแควร์ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ95

Group Statistics

	season	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
bacteria	rainss	12	152083.3	131815.50	38051.86
	dryss	15	173333.3	81357.45	21006.40

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
									95% Confidence Interval of the Difference	
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
bacteria	Equal variances assumed	6.282	.019	-.515	25	.611	-21249.93	41264.64	-106236	63736.18
	Equal variances not assumed			-.489	17.453	.631	-21249.93	43465.08	-112772	70272.51

ง-7 ผลการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยปริมาณแบคทีเรียในอากาศบนอาหารเลี้ยงเชื้อ Nutrient Agar ในฤดูฝนกับฤดูแล้ง บริเวณจุดเปรียบเทียบ ปรับใต้ทางด่วนพระรามสี่ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ95

T-Test

Group Statistics

	season	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
bacteria	rainr4	14	92857.14	67846.66	18132.78
	dryr4	15	398866.7	249546.03	64432.51

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
									95% Confidence Interval of the Difference	
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
bacteria	Equal variances assumed	27.994	.000	-4.433	27	.000	-306009.59	69029.97	-447647	-164372
	Equal variances not assumed			-4.572	16.196	.000	-306009.59	66935.38	-447767	-164252

ง-8 ผลการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยปริมาณแบคทีเรียในอากาศบนอาหารเลี้ยงเชื้อ Blood Agar ในฤดูฝนกับฤดูแล้งบริเวณจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ95

T-Test

Group Statistics

	season	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
BABACT	raincu	8	58333.38	17817.44	6299.42
	drycu	9	56481.44	13028.85	4342.95

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
									95% Confidence Interval of the Difference	
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
BABACT	Equal variances assumed	.262	.616	.247	15	.808	1851.93	7507.03	-14148.93	17852.79
	Equal variances not assumed			.242	12.721	.813	1851.93	7651.39	-14714.83	18418.69

ง-10 ผลการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยปริมาณแบคทีเรียในอากาศบนอาหารเลี้ยงเชื้อ Blood Agar ในฤดูฝนกับฤดูแล้ง บริเวณจุดเปรียบเทียบปรับใต้ทางด่วนพระรามสี่ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ95

Group Statistics

	season	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
BABACT	rainr4	12	71527.83	40273.37	11625.92
	dryr4	15	317777.7	223293.11	57654.03

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
									95% Confidence Interval of the Difference	
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
BABACT	Equal variances assumed	22.097	.000	-3.757	25	.001	-246249.90	65538.33	-381229	-111271
	Equal variances not assumed			-4.187	15.130	.001	-246249.90	58814.53	-371516	-120983

ง-9 ผลการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยปริมาณแบคทีเรียในอากาศบนอาหารเลี้ยงเชื้อ Blood Agar ในฤดูฝนกับฤดูแล้ง บริเวณใต้สถานีรถไฟฟ้า BTS สยามสแควร์ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ95

Group Statistics

	season	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
BABACT	rainss	10	124999.9	79446.48	25123.18
	dryss	15	121111.1	86250.58	22269.80

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
									95% Confidence Interval of the Difference	
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
BABACT	Equal variances assumed	.028	.867	.114	23	.910	3888.83	34151.62	-66759.17	74536.84
	Equal variances not assumed			.116	20.546	.909	3888.83	33572.59	-66023.34	73801.00

ภาคผนวก จ

ภาคผนวก จ

อาหารเลี้ยงเชื้อที่ใช้ และการเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ

Nutrient Agar

ประกอบด้วย

Bacto Beef Extract	3 กรัม
Bacto Peptone	5 กรัม
Bacto Agar	15 กรัม

ชั่ง Nutrient Agar 23 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 1 ลิตร นำไปทำลายเชื้อโดยหม้อนึ่งฆ่าเชื้อด้วยไอน้ำ สำหรับฆ่าเชื้อภายใต้ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ด้วยอุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา15 นาที ตั้งทิ้งไว้จนอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เทลงในจานเลี้ยงเชื้อจานละ 20 – 25 มิลลิลิตร ปล่อยให้แข็งตัว คว่ำจานลง นำไปเก็บในตู้เย็น จนกว่าจะนำไปใช้

Blood Agar

ประกอบด้วย

Beef Heart Digest	10 กรัม
Pancreatic Digest of Casein	8 กรัม
Proteose Peptone	2 กรัม
Sodium Chloride	5 กรัม
Agar	15 กรัม

ชั่ง Blood Agar Base 40 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 1 ลิตร นำไปทำลายเชื้อโดยหม้อนึ่งฆ่าเชื้อด้วยไอน้ำ สำหรับฆ่าเชื้อ ภายใต้ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ด้วยอุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที ตั้งทิ้งไว้ จนอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เติมเลือด 50 มิลลิลิตร (ร้อยละ 5 ของอาหารที่เตรียม) ผสมให้เข้ากัน เทลงในจานเลี้ยงเชื้อจานละ 20 – 25 มิลลิลิตร ปล่อยให้แข็งตัว นำไปเก็บในตู้เย็น จนกว่าจะนำไปใช้

Nutrient Broth

Bacto Beef Extract	3 กรัม
Bacto Peptone	5 กรัม

ชั่ง Nutrient Broth 8 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 1 ลิตร นำไปทำลายเชื้อโดยหม้อนึ่งฆ่าเชื้อด้วยไอน้ำ สำหรับฆ่าเชื้อภายใต้ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ด้วยอุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา15 นาที

สารเคมีที่ใช้ในการเก็บตัวอย่าง

Magnesium Sulfate Heptahydrate	0.4 mM
Potassium Dihydrogen Phosphate	30 mM
Di – Potassium Hydrogen Phosphate Trihydraate	100 mM

นำสารเคมีที่ชั่งเตรียมไว้ ละลายในน้ำกลั่น 1 ลิตร บรรจุในหลอดเก็บตัวอย่าง หลอดละ 5 มิลลิลิตร นำไปทำลายเชื้อโดยนึ่งในหม้อนึ่งอัดไอ ภายใต้ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที

สารเคมีที่ใช้ในการตรวจวิเคราะห์ Gram's reagents

1) สารละลายคริสตัลไวโอเลต (Crystal Violet Solution)

ละลายคริสตัลไวโอเลต	4.0 กรัม
น้ำกลั่นบริสุทธิ์	400 มิลลิลิตร

2) สารละลายแกรมไอโอดีน (Gram's Iodine Solution)

ไอโอดีนคริสตัล	10.0 กรัม
โปตัสเซียมไอโอดีน (KI)	0.5 กรัม
โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)	2.0 กรัม
น้ำกลั่นบริสุทธิ์	50 มิลลิลิตร

ละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ในน้ำกลั่นช้าๆ เติมไอโอดีนคริสตัล และโปตัสเซียมไอโอดีน

3) สารละลายสีซาฟรานิน (Safranin O)

ซาฟรานิน	4.0 กรัม
น้ำกลั่นบริสุทธิ์	200 มิลลิลิตร

4) สารละลายแอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์

วิธีการย้อมสีแบบแกรม (Gram Stain)

ขั้นตอนการทำมีดังนี้

1) ใช้ลูปเขี่ยเชื้อจากโคโลนีที่ได้สังเกตแล้ว เกลี่ย (Smear) เชื้อบนสไลด์ที่ล้างสะอาด ทิ้งไว้ให้แห้งแล้ว Heat Fix โดยผ่านเปลวไฟ 2 – 3 ครั้ง เพื่อให้เซลล์แห้งติดแน่นกับสไลด์

2) หยดสีคริสตัลไวโอเลต บนเชื้อที่เกลี่ยนาน 1 นาที แล้วล้างออกด้วยน้ำ

3) หยด สารละลายไอโอดีน บนเชื้อที่เกลี่ยนาน 1 นาที แล้วล้างออกด้วยน้ำ จะช่วยให้เซลติดสีย้อมได้ดีขึ้น

4) นำสไลด์มาล้างสี (Decolorization) ด้วยแอลกอฮอล์ 95% นาน 30 วินาที หรือจนไม่มีสี แล้วจึงล้างด้วยน้ำ

5) หยดสีซาฟรานินบนเชื้อที่เกลี่ยนาน 15 วินาที แล้วล้างออกด้วยน้ำ

จากการย้อมสีแบบแกรม พบว่า แบคทีเรียแกรมบวกติดสีม่วงของ Crystal Violet และแบคทีเรียแกรมลบจะติดสีแดงของ Safranin

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวฆริกา คุ้มไทย เกิดเมื่อวันที่ 11 สิงหาคม พ.ศ. 2520 ที่จังหวัดสุราษฎร์ธานี สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม จากภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร ในปีการศึกษา 2541 และจึงเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สหสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2542

ผลงานทางวิชาการที่เข้าร่วมประชุม

Khariga Kumthai, Noppaporn Panich and Charnwit Kositanon. Airborne Bacteria in Heavy Traveling Areas of Bangkok. Poster presented at the 11th Science Research Congress. 18-19 March, 2003. Chulalongkorn University, Bangkok, Thailand.