



## เอกสารอ้างอิง

### ภาษาไทย

จุมพล คีนตัก , ชงชัย นิงรัมย์ , และ พิกพ วสุวานิช. คิน เอกสารชนวนวิทยา. เล่มที่ 19.

กองเสนาธิการชนวนวิทยา กรมทรัพยากรชนวน , 2524.

สมศักดิ์ พันธุมวัฒนา . ไวรัสวิทยาทั่วไป . กรุงเทพฯ : โครงการตำราศิริราช

คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล , 2521.

อภิญา วงศ์กิดาการ. สถิติสำหรับชีววิทยา. พิมพ์ครั้งที่ 1. โครงการตำรามูลนิธิมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ลำดับที่ 15-2531. สงขลา : คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 2531.

### ภาษาอังกฤษ

American Public Health Association, American Water Works Association, and Water Environment Federation. Standard methods for the examination of water and wastewater. 18th ed. Washington : Victor graphic , 1992.

Charles , P.G. Recovering viruses from sewage , effluents and water . In Gerald Berg , Ph.D. (ed.) , Methods for recovering viruses from the environment , Florida : CRC Press , 1987.

Christon , J.H , et al. Detecting viruses in water. Journal AWWA (September 1989) : 71-80.

Fattal, B. , Katzenelson, E., et al. Comparison of adsorption-elution methods for concentration and detection of viruses in water . Water Research 11 (1977) : 955-958.

Freifelder, D.M. Molecular biology. America : Science books international , 1983.

- Frederick, W. P. Federal Drinking Water Regulation Update. Journal AWWA (February 1993) : 42-51.
- George, A. W., and Max , D.L. Microbiology and human disease. 2nd ed. London : Glencoe press , 1976.
- Havelaar, A.H. F-Specific RNA Bacteriophagees as model viruses in water treatment processes. Netherlands , 1986
- Juan, J. B. , et al. Development Application of Positively Charged Filters for Recovery of Bacteriophage from Water. Applied and Environmental Microbiology 57 (April 1991): 1218-1222.
- Knight, C.A. Chemistry of viruses. 2nd. ed. New York : Springer verlag , 1975.
- Mark, D.S. , Rebecca, S.M. , et al. Evaluating adsorbent filter performance for enteric virus concentrations in tap water. Journal AWWA 73 (No 10 1981) : 542-548.
- Mathews, F. E. Methods for the isolation and enumeration of enteroviruses from raw waters . Watson Ferguson and Co, 1983.
- Morris, R., and Waite, W.M. Evaluation of procedures for recovery of viruses from water-1 concentration systems . Water Research 14 (1980) : 791-793.
- Sagar , M.G. , Katherine , S.Z. , et al. Concentration of coliphages from large volumes of water and wastewater. Applied and Environmental Microbiology 39 (January 1980): 85-91.
- Sakchai Suddevgrai. Adsorption of coliphage on sand , soil , and floc. Master's Thesis. Asian Institute of Technology, 1985.

- Samuel , R. F. , Sagar , M.G. , et al. Concentration of Poliovirus from tap water onto membrane filters with aluminum Chloride at ambient pH levels . Applied and Environmental Microbiology 3 (March 1978) : 624-626.
- Supanya Yonpiam. Coliphage removal during water treatment processes. Master's Thesis. Asian Institute of Technology, 1986.
- Thomas W. M. Mechanism of adsorption and elution of viruses to and from surfaces . In Gerald Berg , Ph.D. (ed.) , Methods for recovering viruses from the environment , pp 127-137 . Florida : CRC Press , 1987.
- Wallis, C., and Melnick . Concentration of enteroviruses on membrane filters . J. Virol 1 (1967) : 472-477.



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก ก

ข้อมูลจากการทดลอง

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ผลการทดลองชุดที่ 1

จำนวนโคลิฟาจที่นับได้จากการเจือจางสัตติกโคลิฟาจด้วยสารเจือจางต่างๆ กัน ในอัตราส่วนต่างๆ กัน

สารที่ต้องการทดสอบ	อัตราส่วนสารที่ต้องการทดสอบต่อสารที่ใช้เจือจาง						
	1:20			1:10		1:6.7	
	จำนวนหลัก	ทีเอฟยู/มิลลิลิตร		จำนวนหลัก	ทีเอฟยู/มิลลิลิตร	จำนวนหลัก	ทีเอฟยู/มิลลิลิตร
ไม่มีการเติมสาร	80 80 80	$1.60 \times 10^{10}$					
ไกลซีน 0.05 โมล-NaOH ทีเอช 10.5	66 67 68	$1.34 \times 10^{10}$	115 96 107	$2.12 \times 10^{10}$	68 73 76	$1.45 \times 10^{10}$	
บิฟเออร์เนทริก 3% ทีเอช 9.0	92 86 89	$1.78 \times 10^{10}$	92 90 86	$1.79 \times 10^{10}$	81 77 79	$1.58 \times 10^{10}$	
บิฟเออร์เนทริก 3%+NaCl 1 โมล ทีเอช 9.0	69 78 75	$1.48 \times 10^{10}$	88 84 78	$1.67 \times 10^{10}$	106 99 100	$2.03 \times 10^{10}$	
บิฟเออร์เนทริก 8% ทีเอช 9.0	83 84 80	$1.65 \times 10^{10}$	78 86 109	$1.82 \times 10^{10}$	82 65 72	$1.46 \times 10^{10}$	
บิฟเออร์เนทริก 8%+NaCl 1 โมล ทีเอช 9.0	80 73 70	$1.49 \times 10^{10}$	66 81 73	$1.47 \times 10^{10}$	66 69 74	$1.39 \times 10^{10}$	

หมายเหตุ : อัตราส่วนการเจือจาง 1 :  $10^8$

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผลการทดลองชุดที่ 1

จำนวนโคลิฟาจที่นับได้จากการเจือจางสต็อกโคลิฟาจด้วยสารเจือจางต่างๆ กัน ในอัตราส่วนต่างๆ กัน.

สารที่ต้องการทดสอบ	อัตราส่วนสารที่ต้องการทดสอบต่อสารที่ใช้เจือจาง					
	1:20		1:10		1:6.7	
	จำนวนหลอด	พีเอฟยู/มิลลิลิตร	จำนวนหลอด	พีเอฟยู/มิลลิลิตร	จำนวนหลอด	พีเอฟยู/มิลลิลิตร
ไม่มีการเติมสาร	60 54 55	$1.13 \times 10^{11}$				
ไกลซีน 0.06 โมล-NaOH พีเอช 10.5	66 87 70	$1.49 \times 10^{11}$	70 93 58	$1.47 \times 10^{11}$	101 104 113	$2.12 \times 10^{11}$
บิฟอกซ์เนอราท์ 3% พีเอช 9.0	79 50 61	$1.27 \times 10^{11}$	71 71 58	$1.42 \times 10^{11}$	71 74 78	$1.49 \times 10^{11}$
บิฟอกซ์เนอราท์ 3%+NaCl 1 โมล พีเอช 9.0	98 80 78	$1.71 \times 10^{11}$	69 49 38	$1.04 \times 10^{11}$	56 56 72	$1.12 \times 10^{11}$
บิฟอกซ์เนอราท์ 8% พีเอช 9.0	62 64 57	$1.22 \times 10^{11}$	89 78 84	$1.67 \times 10^{11}$	77 90 81	$1.65 \times 10^{11}$
บิฟอกซ์เนอราท์ 8%+NaCl 1 โมล พีเอช 9.0	80 73 89	$1.61 \times 10^{11}$	100 98 99	$1.98 \times 10^{11}$	68 74 81	$1.62 \times 10^{11}$

หมายเหตุ : อัตราส่วนการเจือจาง 1 :  $10^9$

ผลการทดลองชุดที่ 1

จำนวนโคลีฟาจที่นับได้จากการเจือจางสต็อกโคลีฟาจด้วยสารเจือจางต่างๆ กัน ในอัตราส่วนต่างๆ กัน

สารที่ต้องการทดสอบ	อัตราส่วนสารที่ต้องการทดสอบต่อสารที่ใช้เจือจาง					
	1:20		1:10		1:6.7	
	จำนวนพลัก	ทีเอฟยู/มิลลิลิตร	จำนวนพลัก	ทีเอฟยู/มิลลิลิตร	จำนวนพลัก	ทีเอฟยู/มิลลิลิตร
ไม่มีการเติมสาร	139 129 126	$2.63 \times 10^{11}$				
ไกลซีน 0.05 โมล-NaOH ทีเอช 10.5	115 118 120	$2.35 \times 10^{11}$	133 99 113	$2.30 \times 10^{11}$	121 122 116	$2.39 \times 10^{11}$
บีฟอกซ์เนอาร์ท 3% ทีเอช 9.0	150 145 137	$2.88 \times 10^{11}$	115 139 101	$2.37 \times 10^{11}$	126 127 122	$2.50 \times 10^{11}$
บีฟอกซ์เนอาร์ท 3%+NaCl 1 โมล ทีเอช 9.0	119 124 129	$2.48 \times 10^{11}$	102 87 88	$1.75 \times 10^{11}$	149 123 153	$3.02 \times 10^{11}$
บีฟอกซ์เนอาร์ท 8% ทีเอช 9.0	143 128 130	$2.67 \times 10^{11}$	124 130 136	$2.60 \times 10^{11}$	109 116 105	$2.20 \times 10^{11}$
บีฟอกซ์เนอาร์ท 8%+NaCl 1 โมล ทีเอช 9.0	186 176 137	$2.63 \times 10^{11}$	128 137 98	$2.65 \times 10^{11}$	149 147 153	$2.99 \times 10^{11}$

หมายเหตุ : อัตราส่วนการเจือจาง 1 :  $10^9$

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## ผลการทดลองชุดที่ 2

จำนวนโคลิฟาจที่ได้จากตัวอย่างน้ำที่ไม่มีการเติมสารเติมประสิทธิภาพการดูดติด

ตัวอย่างน้ำ	จำนวนพลั๊กที่นับได้ที่อัตราส่วนเจือจาง						ความเข้มข้นของโคลิฟาจ (พีเอฟยู/มิลลิลิตร)
	1:10 <sup>2</sup>	1:10 <sup>4</sup>	1:10 <sup>6</sup>			1:10 <sup>7</sup>	
ตัวอย่างเริ่มต้น			53	58	54		1.10x10 <sup>8</sup>
น้ำที่ผ่านการกรอง	>200	>200	45	58	55		1.05x10 <sup>8</sup>
ตัวอย่างเริ่มต้น			36	40	37	10 5 7	7.47x10 <sup>7</sup>
น้ำที่ผ่านการกรอง			33	35	40	5 3 5	7.20x10 <sup>7</sup>
ตัวอย่างเริ่มต้น			37	46	53	4 7 4	9.07x10 <sup>7</sup>
น้ำที่ผ่านการกรอง			34	45	47	7 4 2	8.40x10 <sup>7</sup>

## ผลการทดลองชุดที่ 2

จำนวนโคลิฟาจที่ได้จากตัวอย่างน้ำที่มีการเติมแมกนีเซียมคลอไรด์

ตัวอย่างน้ำ	จำนวนพลั๊กที่นับได้ที่อัตราส่วนเจือจาง						ความเข้มข้นของโคลิฟาจ (พีเอฟยู/มิลลิลิตร)
	1:10 <sup>2</sup>	1:10 <sup>5</sup>			1:10 <sup>6</sup>	1:10 <sup>7</sup>	
ตัวอย่างเริ่มต้น			161	155	158		3.16x10 <sup>8</sup>
น้ำที่ผ่านการกรอง			90	82	84		1.71x10 <sup>8</sup>
ตัวอย่างเริ่มต้น			28	25	26		5.30x10 <sup>7</sup>
น้ำที่ผ่านการกรอง		126 129 120	10	9	12		2.50x10 <sup>7</sup>
ตัวอย่างเริ่มต้น			155	152	158		3.10x10 <sup>8</sup>
น้ำที่ผ่านการกรอง			88	87	89		1.76x10 <sup>8</sup>



ผลการดูดติดของโคลิฟาจบนแผ่นเยื่อกรอง  
ของตัวอย่างน้ำที่ไม่มีการเติมสารเพิ่มประสิทธิภาพการดูดติด

ความเข้มข้นของโคลิฟาจ (ทีเอฟยู / มิลลิลิตร)			
ตัวอย่างน้ำ (1)	น้ำที่ผ่านการกรอง (2)	% การดูดติด (3)	ค่าเฉลี่ย
$1.10 \times 10^8$	$1.05 \times 10^8$	4.55%	5.28
$7.47 \times 10^7$	$7.20 \times 10^7$	3.61%	
$9.07 \times 10^7$	$8.40 \times 10^7$	7.69%	

ผลการดูดติดของโคลิฟาจบนแผ่นเยื่อกรอง  
ของตัวอย่างน้ำที่มีการเติมแมกนีเซียมคลอไรด์ 0.1 นอร์มัล

ความเข้มข้นของโคลิฟาจ (ทีเอฟยู / มิลลิลิตร)			
ตัวอย่างน้ำ (1)	น้ำที่ผ่านการกรอง (2)	% การดูดติด (3)	ค่าเฉลี่ย
$3.16 \times 10^8$	$1.71 \times 10^8$	45.89%	47.31
$5.30 \times 10^7$	$2.50 \times 10^7$	52.83%	
$3.10 \times 10^8$	$1.76 \times 10^8$	43.23%	

หมายเหตุ :  $(3) = [(1)-(2)] \times 100 / (1)$

ผลการทดลองชุดที่ 2

จำนวนโคลิฟาจที่ได้จากตัวอย่างน้ำที่มีการเติมอนุภาคโคลไรต์ก่อนนำมากรองผ่านแผ่นเยื่อกรอง ไม่มีการล้างแผ่นเยื่อกรองด้วยโซเดียมคลอไรด์ 0.14 นอร์มัล และชะโคลิฟาจออกจากแผ่นเยื่อกรองโดยใช้สารชะล้างกรองผ่านแผ่นเยื่อกรอง

สารชะล้าง	ตัวอย่างน้ำ	จำนวนพลั๊กที่นับได้ที่อัตราส่วนเจือจาง..						ความเข้มข้นของโคลิฟาจ (ทีเอฟยูนิลลิตร)
		1:10 <sup>2</sup>	1:10 <sup>3</sup>	1:10 <sup>4</sup>	1:10 <sup>5</sup>	1:10 <sup>6</sup>	1:10 <sup>7</sup>	
ไกลซีน 0.06 โมล-โซเดียมไฮดรอกไซด์ พีเอช 10.6	ตัวอย่างเริ่มต้น					>200	57 60 59	1.17x10 <sup>9</sup>
	น้ำที่ผ่านการกรอง				33 37 42	7 1 4		7.47x10 <sup>6</sup>
	จากสารชะล้าง	25 27 30	3 2 4					5.47x10 <sup>4</sup>
	ตัวอย่างเริ่มต้น					>200	57 60 59	1.17x10 <sup>9</sup>
	น้ำที่ผ่านการกรอง				20 22 21	2 2 4		4.20x10 <sup>6</sup>
	จากสารชะล้าง	23 25 24	2 1 0					4.80x10 <sup>4</sup>
	ตัวอย่างเริ่มต้น					20 23 21	2 2 3	4.27x10 <sup>7</sup>
	น้ำที่ผ่านการกรอง				38 39 39			7.73x10 <sup>6</sup>
บีฟอกรีเนท 3% พีเอช 9.0	ตัวอย่างเริ่มต้น					20 31 25	4 3 2	5.07x10 <sup>7</sup>
	น้ำที่ผ่านการกรอง				49 41 46			9.07x10 <sup>6</sup>
	จากสารชะล้าง			>200		160 166 146		3.26x10 <sup>8</sup>
	ตัวอย่างเริ่มต้น					20 22 23	0 2 5	4.33x10 <sup>7</sup>
	น้ำที่ผ่านการกรอง				34 34 36			6.93x10 <sup>6</sup>
	จากสารชะล้าง			>200		101 104 85		2.05x10 <sup>8</sup>

ผลการทดลองชุดที่ 2

จำนวนโคลิฟาจที่ได้จากตัวอย่างน้ำที่มีการเติมลูมิเนสเซนส์โคลอไรด์ก่อนนำมารองผ่านแผ่นเยื่อกรอง ไม่มีการล้างแผ่นเยื่อกรองด้วยโซเดียมคลอไรด์ 0.14 นอร์มัล และชะโคลิฟาจออกจากแผ่นเยื่อกรองโดยใช้สารชะล้างกรองผ่านแผ่นเยื่อกรอง

สารชะล้าง	ตัวอย่างน้ำ	จำนวนพลั๊กที่นับได้ที่อัตราส่วนเจือจาง						ความเข้มข้นของโคลิฟาจ (เพื่อบูมิลลิตร)	
		1:10 <sup>2</sup>	1:10 <sup>3</sup>	1:10 <sup>4</sup>	1:10 <sup>5</sup>	1:10 <sup>6</sup>	1:10 <sup>7</sup>		
บีฟอกซ์เทรทท์ 1.5%+NaCl 0.5 โมล พีเอช 9.0	ตัวอย่างเริ่มต้น					23	27	33	5.53x10 <sup>7</sup>
	น้ำที่ผ่านการกรอง				32	33	32		6.47x10 <sup>6</sup>
	จากสารชะล้าง					134	143	137	2.76x10 <sup>8</sup>
	ตัวอย่างเริ่มต้น					25	28	26	5.27x10 <sup>7</sup>
	น้ำที่ผ่านการกรอง				30	31	27		5.87x10 <sup>6</sup>
	จากสารชะล้าง					142	138	139	2.79x10 <sup>8</sup>

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แสดงผลการดูดซับโคลิฟาจบนแผ่นเยื่อกรองของตัวอย่าง  
น้ำที่มีการเติมอนุทินัมคลอไรด์ความเข้มข้น 0.0002 โมล  
แล้วปรับ pH = 5.0 ไม่มีการล้างแผ่นเยื่อกรองด้วย  
โซเดียมคลอไรด์ 0.14 นอร์มัล และระโคลิฟาจออกจาก  
แผ่นเยื่อกรองโดยใช้สารชะล้างกรองผ่านแผ่นเยื่อกรอง

จำนวนโคลิฟาจ ( ทีเอฟยู / มิลลิลิตร )		
ตัวอย่างน้ำ (1)	น้ำที่ผ่านการกรอง (2)	% การดูดซับ (3)
$1.17 \times 10^9$	$7.47 \times 10^6$	99.36%
$1.17 \times 10^9$	$4.20 \times 10^6$	99.64%
$4.27 \times 10^7$	$7.73 \times 10^6$	81.90%
$5.53 \times 10^7$	$6.47 \times 10^6$	88.30%
$5.27 \times 10^7$	$5.87 \times 10^6$	88.86%
$5.07 \times 10^7$	$9.07 \times 10^6$	32.11%
$4.33 \times 10^7$	$6.93 \times 10^6$	84.00%
ค่าเฉลี่ย		89.17%

หมายเหตุ :  $(3) = [(1)-(2)] \times 100 / (1)$

ศูนย์วิทยาศาสตร์  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ผลการทดลองชุดที่ 2

จำนวนโคลิฟาจที่ได้จากตัวอย่างน้ำที่มีการเติมอุณหภูมิก่อนจะผ่านการกรองผ่านแผ่นเยื่อกรอง ไม่มีการล้างแผ่นเยื่อกรองด้วยโซเดียมคลอไรด์ 0.14 นอร์มัล

สารละลาย	ตัวอย่างน้ำ	จำนวนพลักที่นับได้ที่อัตราส่วนเจือจาง						ความเข้มข้นของโคลิฟาจ (พีเอฟยูมิลลิลิตร)		
		1:10 <sup>2</sup>	1:10 <sup>3</sup>	1:10 <sup>4</sup>	1:10 <sup>5</sup>	1:10 <sup>6</sup>	1:10 <sup>7</sup>			
ไกลซีน 0.06 โมล-โซเดียมไฮดรอกไซด์ พีเอช 10.5	ตัวอย่างเริ่มต้น					36	36	36	7.07x10 <sup>7</sup>	
	น้ำที่ผ่านการกรอง			176	180	184			3.60x10 <sup>6</sup>	
	จากสารละลาย						37	36	38	7.40x10 <sup>8</sup>
	ตัวอย่างเริ่มต้น					21	23	21	4.33x10 <sup>7</sup>	
	น้ำที่ผ่านการกรอง			154	150	166			3.06x10 <sup>6</sup>	
	จากสารละลาย						27	27	27	5.40x10 <sup>8</sup>
	ตัวอย่างเริ่มต้น					48	34	34	7.73x10 <sup>7</sup>	
	น้ำที่ผ่านการกรอง			39	37	42			7.87x10 <sup>6</sup>	
จากสารละลาย						25	24	27	5.07x10 <sup>8</sup>	
บีฟอสเฟตเทรทรี 1.5%+NaCl 0.5 โมล พีเอช 9.0	ตัวอย่างเริ่มต้น					24	28	26	5.20x10 <sup>7</sup>	
	น้ำที่ผ่านการกรอง			89	94	96	7	11	9	1.86x10 <sup>6</sup>
	จากสารละลาย						21	21	20	4.13x10 <sup>8</sup>
	ตัวอย่างเริ่มต้น					21	29	27	5.13x10 <sup>7</sup>	
	น้ำที่ผ่านการกรอง					27	28	24	5.27x10 <sup>6</sup>	
	จากสารละลาย						26	29	27	5.47x10 <sup>8</sup>
	ตัวอย่างเริ่มต้น					141	152	139	2.88x10 <sup>8</sup>	
	น้ำที่ผ่านการกรอง			166	160	163	17	16	15	3.25x10 <sup>6</sup>
จากสารละลาย						48	44	45	9.13x10 <sup>8</sup>	

ผลการทดลองชุดที่ 2

จำนวนโคลิฟาจที่ได้จากตัวอย่างน้ำที่มีการเติมอนุภาคน้ำโคลนไรต์ก่อนนำมารองผ่านแผ่นเยื่อกรอง ไม่มีการล้างแผ่นเยื่อกรองด้วยโซเดียมคลอไรด์ 0.14 นอร์มัล

สารละลาย	ตัวอย่างน้ำ	จำนวนพลั๊กที่นับได้ที่อัตราส่วนเจือจาง						ความเข้มข้นของโคลิฟาจ (ทีเอฟบูมิลลิตร)		
		1:10 <sup>2</sup>	1:10 <sup>3</sup>	1:10 <sup>4</sup>	1:10 <sup>5</sup>	1:10 <sup>6</sup>	1:10 <sup>7</sup>			
บีฟเอ็กซ์เทรคท์ 3% พีเอช 9.0	ตัวอย่างเริ่มต้น					48	53	51	1.01x10 <sup>8</sup>	
	น้ำที่ผ่านการกรอง			110	105	100			2.10x10 <sup>6</sup>	
	จากสารละลาย						80	70	60	1.40x10 <sup>9</sup>
	ตัวอย่างเริ่มต้น					20	21	20	4.07x10 <sup>7</sup>	
	น้ำที่ผ่านการกรอง				21	22	23		4.40x10 <sup>6</sup>	
	จากสารละลาย						71	76	73	1.47x10 <sup>9</sup>
	ตัวอย่างเริ่มต้น						58	60	59	1.18x10 <sup>9</sup>
	น้ำที่ผ่านการกรอง				35	35	33		6.87x10 <sup>6</sup>	
	จากสารละลาย						131	121	128	2.53x10 <sup>9</sup>
บีฟเอ็กซ์เทรคท์ 3%+NaCl 0.5 โมล พีเอช 9.0	ตัวอย่างเริ่มต้น					68	81	74	1.49x10 <sup>8</sup>	
	น้ำที่ผ่านการกรอง				57	51	54		1.08x10 <sup>7</sup>	
	จากสารละลาย						71	86	79	1.57x10 <sup>9</sup>
	ตัวอย่างเริ่มต้น					58	51	55	1.09x10 <sup>8</sup>	
	น้ำที่ผ่านการกรอง				38	37	36		7.40x10 <sup>6</sup>	
	จากสารละลาย						71	70	72	1.42x10 <sup>9</sup>
	ตัวอย่างเริ่มต้น					73	84	79	1.57x10 <sup>8</sup>	
	น้ำที่ผ่านการกรอง				51	55	53		1.06x10 <sup>7</sup>	
จากสารละลาย						80	86	87	1.68x10 <sup>9</sup>	

ผลการทดลองชุดที่ 2

จำนวนโคลิฟาจที่ได้จากตัวอย่างน้ำที่มีการเติมอนุพันธ์โคลิโคโรนก่อนนำมากรองผ่านแผ่นเยื่อกรอง ไม่มีการล้างแผ่นเยื่อกรองด้วยโซเดียมคลอไรด์ 0.14 นอร์มัล..

สารละลาย	ตัวอย่างน้ำ	จำนวนพลั๊กที่นับได้ที่อัตราส่วนเจือจาง						ความเข้มข้นของโคลิฟาจ (เพื่อฟูปูมิอิลลิตร)
		1:10 <sup>2</sup>	1:10 <sup>3</sup>	1:10 <sup>4</sup>	1:10 <sup>5</sup>	1:10 <sup>6</sup>	1:10 <sup>7</sup>	
บีฟเออร์เนทวอร์ท 4%+NaCl 0.5 โมล พีเอช 9.0	ตัวอย่างเริ่มต้น					116 114 110		2.27x10 <sup>8</sup>
	น้ำที่ผ่านการกรอง				37 31 41			7.27x10 <sup>6</sup>
	จากสารละลาย						39 40 39	7.87x10 <sup>8</sup>
	ตัวอย่างเริ่มต้น					92 90 97		1.86x10 <sup>8</sup>
	น้ำที่ผ่านการกรอง				24 22 27			4.87x10 <sup>6</sup>
	จากสารละลาย						70 76 71	1.45x10 <sup>9</sup>
	ตัวอย่างเริ่มต้น					21 22 23		4.40x10 <sup>7</sup>
	น้ำที่ผ่านการกรอง					27 26 24		5.14x10 <sup>6</sup>
	จากสารละลาย						40 31 33	6.93x10 <sup>8</sup>
บีฟเออร์เนทวอร์ท 8% พีเอช 9.0	ตัวอย่างเริ่มต้น					58 60 64		1.15x10 <sup>8</sup>
	น้ำที่ผ่านการกรอง				126 130 126			2.54x10 <sup>7</sup>
	จากสารละลาย						74 77 71	1.48x10 <sup>9</sup>
	ตัวอย่างเริ่มต้น					29 31 30		6.00x10 <sup>7</sup>
	น้ำที่ผ่านการกรอง				55 56 57			1.12x10 <sup>7</sup>
	จากสารละลาย						44 48 39	8.73x10 <sup>8</sup>
	ตัวอย่างเริ่มต้น					33 20 26		5.27x10 <sup>7</sup>
	น้ำที่ผ่านการกรอง				58 56 66			1.20x10 <sup>7</sup>
	จากสารละลาย						61 56 54	1.14x10 <sup>9</sup>



ผลการทดลองชุดที่ 2

จำนวนโคลิฟาจที่ได้จากตัวอย่างน้ำที่มีการเติมอุณหภูมิลดโรติก่อนนำมากรองผ่านแผ่นเยื่อกรอง ไม่มีการล้างแผ่นเยื่อกรองด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 0.14 นอร์มัล

สารละลาย	ตัวอย่างน้ำ	จำนวนพลั๊กที่นับได้ที่อัตราส่วนเจือจาง						ความเข้มข้นของโคลิฟาจ (ฟีอูฟยูมิลลิตร)
		1:10 <sup>2</sup>	1:10 <sup>3</sup>	1:10 <sup>4</sup>	1:10 <sup>5</sup>	1:10 <sup>6</sup>	1:10 <sup>7</sup>	
บีฟเออร์สทวาทท์ 8%+NaCl 1 โมล พีเอช 9.0	ตัวอย่างเริ่มต้น				93 86 89	7 8 9		1.78x10 <sup>7</sup>
	น้ำที่ผ่านการกรอง			63 62 60				1.23x10 <sup>6</sup>
	จากสารละลาย						20 20 22	4.13x10 <sup>8</sup>
	ตัวอย่างเริ่มต้น				120 113 122			2.37x10 <sup>7</sup>
	น้ำที่ผ่านการกรอง			98 106 99				2.01x10 <sup>6</sup>
	จากสารละลาย					>200	33 22 28	5.53x10 <sup>8</sup>
	ตัวอย่างเริ่มต้น				72 86 79			1.67x10 <sup>7</sup>
	น้ำที่ผ่านการกรอง			69 58 64				1.27x10 <sup>6</sup>
	จากสารละลาย					153 156 169	18 13 15	3.07x10 <sup>8</sup>

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ผลการดูดติดของโคลิฟาจบนแผ่นเยื่อกรองของ  
ตัวอย่างน้ำที่มีการเติมลูมิโนคลอไรด์ความเข้มข้น 0.0002 โมล  
แล้วปรับ pH = 5.0 ไม่มีการล้างแผ่นเยื่อกรองก่อนจะล้าง

จำนวนโคลิฟาจ ( พีเอฟยู / มิลลิลิตร )		
ตัวอย่างน้ำ (1)	น้ำที่ผ่านการกรอง (2)	% การดูดติด (3)
$7.07 \times 10^7$	$3.60 \times 10^6$	94.91%
$4.33 \times 10^7$	$3.06 \times 10^6$	92.93%
$7.73 \times 10^7$	$7.87 \times 10^6$	89.82%
$5.20 \times 10^7$	$1.86 \times 10^6$	96.42%
$5.13 \times 10^7$	$5.27 \times 10^6$	89.73%
$2.88 \times 10^8$	$3.25 \times 10^6$	98.87%
$1.01 \times 10^8$	$2.10 \times 10^6$	97.92%
$4.07 \times 10^7$	$4.40 \times 10^6$	89.19%
$1.18 \times 10^9$	$6.87 \times 10^6$	99.42%
$1.49 \times 10^8$	$1.08 \times 10^7$	92.75%
$1.09 \times 10^8$	$7.40 \times 10^6$	93.21%
$1.57 \times 10^8$	$1.06 \times 10^7$	93.25%
$2.27 \times 10^8$	$7.27 \times 10^6$	96.80%
$1.86 \times 10^8$	$4.87 \times 10^6$	97.38%
$4.40 \times 10^7$	$5.14 \times 10^6$	88.32%
$1.15 \times 10^8$	$2.54 \times 10^7$	77.91%
$6.00 \times 10^7$	$1.12 \times 10^7$	81.33%
$5.27 \times 10^7$	$1.20 \times 10^7$	77.22%
$1.78 \times 10^7$	$1.23 \times 10^6$	93.09%
$2.37 \times 10^7$	$2.01 \times 10^6$	91.52%
$1.57 \times 10^7$	$1.27 \times 10^6$	91.91%
ค่าเฉลี่ย		91.61%

หมายเหตุ :  $(3) = [(1)-(2)] \times 100 / (1)$

ผลการทดลองชุดที่ 2

จำนวนโคลิฟาจที่ได้จากตัวอย่างน้ำที่มีการเติมอนุภาคน้ำโคลอยด์ก่อนผ่านกรรกรอง และมีการล้างแผ่นเยื่อกรองด้วยโซเดียมคลอไรด์ 0.14 นอร์มัล

สารละลาย	ตัวอย่างน้ำ	จำนวนพลั๊กที่นับได้ที่อัตราส่วนเจือจาง						ความเข้มข้นของโคลิฟาจ (ทีเอฟยู/มิลลิลิตร)
		1:10 <sup>2</sup>	1:10 <sup>3</sup>	1:10 <sup>4</sup>	1:10 <sup>5</sup>	1:10 <sup>6</sup>	1:10 <sup>7</sup>	
โกลซิน 0.06 โมล-โซเดียมไฮดรอกไซด์ พีเอช 10.5	ตัวอย่างเริ่มต้น				139 138 144	14 9 14		2.81x10 <sup>7</sup>
	น้ำที่ผ่านกรรกรอง				28 33 33			6.27x10 <sup>6</sup>
	จากสารละลาย					84 96 82	6 7 3	1.75x10 <sup>8</sup>
	ตัวอย่างเริ่มต้น					20 21 23		4.27x10 <sup>7</sup>
	น้ำที่ผ่านกรรกรอง				42 48 53			9.53x10 <sup>6</sup>
	จากสารละลาย					94 101 115	13 9 12	2.06x10 <sup>8</sup>
	ตัวอย่างเริ่มต้น					43 32 38		7.40x10 <sup>7</sup>
	น้ำที่ผ่านกรรกรอง				32 29 30			6.07x10 <sup>6</sup>
บีฟอกซ์เทรท 1.5%+ NaCl 0.5 โมล พีเอช 9.0	ตัวอย่างเริ่มต้น					54 38 48		9.20x10 <sup>7</sup>
	น้ำที่ผ่านกรรกรอง				38 30 26			6.27x10 <sup>6</sup>
	จากสารละลาย					94 101 95		1.93x10 <sup>8</sup>
	ตัวอย่างเริ่มต้น					22 26 24		4.80x10 <sup>7</sup>
	น้ำที่ผ่านกรรกรอง				37 34 30			6.73x10 <sup>6</sup>
	จากสารละลาย						20 26 22	4.53x10 <sup>8</sup>
	ตัวอย่างเริ่มต้น				94 92 56			1.87x10 <sup>7</sup>
	น้ำที่ผ่านกรรกรอง			127 130 123				2.53x10 <sup>6</sup>
จากสารละลาย					80 77 75		1.53x10 <sup>8</sup>	

ผลการทดลองชุดที่ 2

จำนวนโคลิฟาจที่ได้จากตัวอย่างน้ำที่มีการเติมอนุภาคนิมโกลอไรต์ก่อนนำมารองผ่านแผ่นเยื่อกรอง และมีการล้างแผ่นเยื่อกรองด้วยโซเดียมคลอไรด์ 0.14 นอร์มัล.

สารละลาย	ตัวอย่างน้ำ	จำนวนพลาทก์ที่นับได้ที่อัตราส่วนเจือจาง						ความเข้มข้นของโคลิฟาจ (พีเอฟยู/มิลลิลิตร)
		1:10 <sup>2</sup>	1:10 <sup>3</sup>	1:10 <sup>4</sup>	1:10 <sup>5</sup>	1:10 <sup>6</sup>	1:10 <sup>7</sup>	
บีฟอกซ์เนรท์ 3% พีเอช 9.0	ตัวอย่างเริ่มต้น				189 192 197	20 25 13		3.86x10 <sup>7</sup>
	น้ำที่ผ่านการกรอง				25 28 24			5.13x10 <sup>6</sup>
	จากสารละลาย						41 24 36	7.70x10 <sup>8</sup>
	ตัวอย่างเริ่มต้น				153 147 150	20 11 14		3.00x10 <sup>7</sup>
	น้ำที่ผ่านการกรอง			157 154 150				3.07x10 <sup>6</sup>
	จากสารละลาย						26 21 24	4.73x10 <sup>8</sup>
	ตัวอย่างเริ่มต้น				165 174 171			3.40x10 <sup>7</sup>
	น้ำที่ผ่านการกรอง				20 22 20			4.13x10 <sup>6</sup>
	จากสารละลาย						44 37 41	8.13x10 <sup>8</sup>
บีฟอกซ์เนรท์ 3%+ NaCl 1 โมล พีเอช 9.0	ตัวอย่างเริ่มต้น				117 115 114			2.31x10 <sup>7</sup>
	น้ำที่ผ่านการกรอง				21 24 22			4.47x10 <sup>6</sup>
	จากสารละลาย						27 25 23	5.00x10 <sup>8</sup>
	ตัวอย่างเริ่มต้น				148 150 152			3.00x10 <sup>7</sup>
	น้ำที่ผ่านการกรอง				27 20 23			4.67x10 <sup>6</sup>
	จากสารละลาย						22 21 20	4.20x10 <sup>8</sup>
	ตัวอย่างเริ่มต้น				170 168 165			3.35x10 <sup>7</sup>
	น้ำที่ผ่านการกรอง				31 27 29			5.80x10 <sup>6</sup>
	จากสารละลาย						21 25 22	4.53x10 <sup>8</sup>



ผลการทดลองชุดที่ 2

จำนวนโคลิฟาจที่ได้จากตัวอย่างน้ำที่มีการเติมอนุพันธ์โคลอไรด์ก่อนนำมากรองผ่านแผ่นเยื่อกรอง และมีการล้างแผ่นเยื่อกรองด้วยโซเดียมคลอไรด์ 0.14 นอร์มัล

สารละลาย	ตัวอย่างน้ำ	จำนวนพลั๊กที่นับได้ที่อัตราส่วนเจือจาง						ความเข้มข้นของโคลิฟาจ (ทีเอฟยูมิลลิลิตร)
		1:10 <sup>2</sup>	1:10 <sup>3</sup>	1:10 <sup>4</sup>	1:10 <sup>5</sup>	1:10 <sup>6</sup>	1:10 <sup>7</sup>	
บีฟเออร์เนทวอร์ท 4%+NaCl 0.6 โมล พีเอช 9.0	ตัวอย่างเริ่มต้น					24 28 31		5.53x10 <sup>7</sup>
	น้ำที่ผ่านการกรอง				41 32 37			7.33x10 <sup>6</sup>
	จากสารละลาย						43 52 41	9.07x10 <sup>8</sup>
	ตัวอย่างเริ่มต้น					28 28 30		5.73x10 <sup>7</sup>
	น้ำที่ผ่านการกรอง				34 34 39			7.13x10 <sup>6</sup>
	จากสารละลาย						27 25 26	5.20x10 <sup>8</sup>
	ตัวอย่างเริ่มต้น					23 22 20		4.33x10 <sup>7</sup>
	น้ำที่ผ่านการกรอง				38 30 33			6.73x10 <sup>6</sup>
	จากสารละลาย						32 46 40	7.87x10 <sup>8</sup>
บีฟเออร์เนทวอร์ท 8% พีเอช 9.0	ตัวอย่างเริ่มต้น					36 41 29		7.07x10 <sup>7</sup>
	น้ำที่ผ่านการกรอง				46 50 42			9.20x10 <sup>6</sup>
	จากสารละลาย						33 37 40	7.33x10 <sup>8</sup>
	ตัวอย่างเริ่มต้น					23 29 26		5.20x10 <sup>7</sup>
	น้ำที่ผ่านการกรอง				36 44 37			7.80x10 <sup>6</sup>
	จากสารละลาย						41 37 40	7.87x10 <sup>8</sup>
	ตัวอย่างเริ่มต้น					20 30 24		4.93x10 <sup>7</sup>
	น้ำที่ผ่านการกรอง				28 45 36			7.20x10 <sup>6</sup>
	จากสารละลาย						45 36 48	8.60x10 <sup>8</sup>



ผลการทดลองชุดที่ 2

จำนวนโคลิฟาจที่ได้จากตัวอย่างน้ำที่มีการเติมอนุพันธ์คลอไรด์ก่อนนำมารองผ่านแผ่นเยื่อกรอง และมีการล้างแผ่นเยื่อกรองด้วยโซเดียมคลอไรด์ 0.14 นอร์มัล.

สารละลาย	ตัวอย่างน้ำ	จำนวนพลั๊กที่นับได้ที่อัตราส่วนเจือจาง						ความเข้มข้นของโคลิฟาจ (ฟีเอฟยู/มิลลิลิตร)
		1:10 <sup>2</sup>	1:10 <sup>3</sup>	1:10 <sup>4</sup>	1:10 <sup>5</sup>	1:10 <sup>6</sup>	1:10 <sup>7</sup>	
บีฟอกซ์เนวาร์ท 8%+NaCl 1 โมล พีเอช 9.0	ตัวอย่างเริ่มต้น					88 90 92		1.80x10 <sup>8</sup>
	น้ำที่ผ่านการกรอง				39 64 47			9.33x10 <sup>6</sup>
	จากสารละลาย						198 200 199	3.98x10 <sup>9</sup>
	ตัวอย่างเริ่มต้น					87 89 92		1.79x10 <sup>8</sup>
	น้ำที่ผ่านการกรอง				44 43 44			8.73x10 <sup>6</sup>
	จากสารละลาย						134 130 140	2.69x10 <sup>9</sup>
	ตัวอย่างเริ่มต้น					77 76 74		1.51x10 <sup>8</sup>
	น้ำที่ผ่านการกรอง				23 25 24			4.80x10 <sup>6</sup>
	จากสารละลาย						100 102 104	2.04x10 <sup>9</sup>

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แสดงผลการดูดซับของโคลิฟอร์มบนแผ่นเยื่อกรอง  
ของตัวอย่างน้ำที่มีการเติมอนุภาคโคลไรต์ความเข้มข้น 0.0002 ไมล  
แล้วปรับพีเอช = 5.0 และมีการล้างแผ่นเยื่อกรองก่อนจะล้างด้วย  
โซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้น 0.14 นอร์มัล

จำนวนโคลิฟอร์ม ( พีเอชยู / มิลลิลิตร )		
ตัวอย่างน้ำ (1)	น้ำที่ผ่านการกรอง (2)	% การดูดซับ (3)
$2.81 \times 10^7$	$6.27 \times 10^6$	77.69%
$4.27 \times 10^7$	$9.53 \times 10^6$	77.68%
$7.40 \times 10^7$	$6.07 \times 10^6$	91.80%
$9.20 \times 10^7$	$6.27 \times 10^6$	93.18%
$4.80 \times 10^7$	$6.73 \times 10^6$	85.99%
$1.87 \times 10^7$	$2.53 \times 10^6$	86.47%
$3.85 \times 10^7$	$5.13 \times 10^6$	86.68%
$3.00 \times 10^7$	$3.07 \times 10^6$	89.77%
$3.40 \times 10^7$	$4.13 \times 10^6$	87.85%
$2.31 \times 10^7$	$4.47 \times 10^6$	80.65%
$3.00 \times 10^7$	$4.67 \times 10^6$	84.43%
$3.35 \times 10^7$	$5.80 \times 10^6$	82.69%
$5.53 \times 10^7$	$7.33 \times 10^6$	86.75%
$5.73 \times 10^7$	$7.13 \times 10^6$	87.56%
$4.33 \times 10^7$	$6.73 \times 10^6$	84.46%
$7.07 \times 10^7$	$9.20 \times 10^6$	86.99%
$5.20 \times 10^7$	$7.80 \times 10^6$	85.00%
$4.93 \times 10^7$	$7.20 \times 10^6$	85.40%
$1.80 \times 10^8$	$9.33 \times 10^6$	94.82%
$1.79 \times 10^8$	$8.73 \times 10^6$	95.12%
$1.51 \times 10^8$	$4.80 \times 10^6$	96.82%
	ค่าเฉลี่ย	87.04%

หมายเหตุ :  $(3) = [(1)-(2)] \times 100 / (1)$

ผลการทดลองชุดที่ 2

จำนวนโคลิฟาจที่ได้จากตัวอย่างน้ำที่กรองผ่านแผ่นเยื่อกรองที่เคลือบด้วยโพลิเอทิลีนอิมิน

สารละลาย	ตัวอย่างน้ำ	จำนวนหลักที่นับได้ที่อัตราส่วนเจือจาง						ความเข้มข้นของโคลิฟาจ (พีเอฟยูมิลลิตร)						
		1:10 <sup>2</sup>	1:10 <sup>3</sup>	1:10 <sup>4</sup>	1:10 <sup>5</sup>	1:10 <sup>6</sup>	1:10 <sup>7</sup>							
ไกลซีน 0.06 โมล-ไฮดรอกซีอะครอิกไซด์ พีเอช 10.5	ตัวอย่างเริ่มต้น				88	79	62	13	6	9	1.66x10 <sup>7</sup>			
	น้ำที่ผ่านการกรอง		63	55	52	3	3	5			1.07x10 <sup>5</sup>			
	จากสารละลาย							39	41	48	1	4	4	8.53x10 <sup>7</sup>
	ตัวอย่างเริ่มต้น					61	78	74	21	9	7		1.42x10 <sup>7</sup>	
	น้ำที่ผ่านการกรอง		121	121	128	13	12	12					2.47x10 <sup>5</sup>	
	จากสารละลาย							30	31	36	1	3	2	6.47x10 <sup>7</sup>
	ตัวอย่างเริ่มต้น					113	117	126	17	14	15			2.37x10 <sup>7</sup>
	น้ำที่ผ่านการกรอง		89	93	88	10	9	8						1.80x10 <sup>5</sup>
	จากสารละลาย								127	121	124	14	12	13
บีฟอกซ์แทรนท์ 1.5%+ NaCl 0.5 โมล พีเอช 9.0	ตัวอย่างเริ่มต้น							114	111	113	14	16	15	2.25x10 <sup>7</sup>
	น้ำที่ผ่านการกรอง		192	200	198	19	20	16						3.93x10 <sup>5</sup>
	จากสารละลาย										103	106	107	2.10x10 <sup>9</sup>
	ตัวอย่างเริ่มต้น							101	96	103	5	10	6	2.00x10 <sup>7</sup>
	น้ำที่ผ่านการกรอง		>200			22	25	26						4.87x10 <sup>5</sup>
	จากสารละลาย										103	97	94	1.96x10 <sup>9</sup>
	ตัวอย่างเริ่มต้น							90	94	89				1.82x10 <sup>7</sup>
	น้ำที่ผ่านการกรอง		>200			22	24	24						4.67x10 <sup>5</sup>
จากสารละลาย										88	89	89	1.77x10 <sup>9</sup>	

ผลการทดลองชุดที่ 2

จำนวนโคสิฟาที่ได้จากตัวอย่างน้ำที่กรองผ่านแผ่นเยื่อกรองที่เคลือบด้วยโพลีเอทิลีนอิมิน.

สารละลาย	ตัวอย่างน้ำ	จำนวนพลั๊กที่นับได้ที่อัตราส่วนเจือจาง						ความเข้มข้นของโคสิฟา (ทีเอฟยูมิลลิลิตร)						
		1:10 <sup>2</sup>	1:10 <sup>3</sup>	1:10 <sup>4</sup>	1:10 <sup>5</sup>	1:10 <sup>6</sup>	1:10 <sup>7</sup>							
บีฟเออร์เทรทาร์ท 3% พีเอช 9.0	ตัวอย่างเริ่มต้น				>200	21	21	21	4.20x10 <sup>7</sup>					
	น้ำที่ผ่านการกรอง		46	44	50	3	7	4	9.33x10 <sup>4</sup>					
	จากสารละลาย					>200		187	182	193	3.75x10 <sup>9</sup>			
	ตัวอย่างเริ่มต้น					178	200	177	22	20	17	3.55x10 <sup>7</sup>		
	น้ำที่ผ่านการกรอง		44	49	57	5	5	14				1.00x10 <sup>5</sup>		
	จากสารละลาย								>200		124	148	152	3.00x10 <sup>9</sup>
	ตัวอย่างเริ่มต้น						189	187	194	18	20	19	3.80x10 <sup>7</sup>	
	น้ำที่ผ่านการกรอง		57	53	60	3	6	8					1.13x10 <sup>5</sup>	
บีฟเออร์เทรทาร์ท 3%+ NaCl 1 โมล พีเอช 9.0	ตัวอย่างเริ่มต้น					48	49	53	2	4	3	1.00x10 <sup>7</sup>		
	น้ำที่ผ่านการกรอง	119	112	109	10	8	16					2.27x10 <sup>4</sup>		
	จากสารละลาย									43	44	42	8.60x10 <sup>8</sup>	
	ตัวอย่างเริ่มต้น						67	69	74	7	9	2	1.40x10 <sup>7</sup>	
	น้ำที่ผ่านการกรอง		126	122	123								2.47x10 <sup>5</sup>	
	จากสารละลาย										74	61	67	1.35x10 <sup>9</sup>
	ตัวอย่างเริ่มต้น						133	130	132	13	24	16	2.63x10 <sup>7</sup>	
	น้ำที่ผ่านการกรอง		>200			26	30	27					5.47x10 <sup>5</sup>	
จากสารละลาย										121	110	132	2.42x10 <sup>9</sup>	



ผลการทดลองชุดที่ 2

จำนวนโคลิฟาจที่ได้จากตัวอย่างน้ำที่กรองผ่านแผ่นเยื่อกรองที่เคลือบด้วยโพลีเอทิลีนอิมิน

สารละลาย	ตัวอย่างน้ำ	จำนวนเพล็กที่นับได้ที่อัตราส่วนเจือจาง						ความเข้มข้นของโคลิฟาจ (พีเอฟยู/มิลลิลิตร)							
		1:10 <sup>2</sup>		1:10 <sup>3</sup>		1:10 <sup>4</sup>			1:10 <sup>5</sup>		1:10 <sup>6</sup>		1:10 <sup>7</sup>		
บีฟเอ็กซ์เนวาร์ก 4%+ NaCl 0.5 โมล พีเอช 9.0	ตัวอย่างเริ่มต้น							123	116	122	11	13	11	2.41x10 <sup>7</sup>	
	น้ำที่ผ่านการกรอง	103	99	98	1	0	1							2.00x10 <sup>4</sup>	
	จากสารละลาย											120	142	132	2.63x10 <sup>9</sup>
	ตัวอย่างเริ่มต้น							20	21	22	1	2	0	4.20x10 <sup>6</sup>	
	น้ำที่ผ่านการกรอง	97	99	104	1	0	2							2.00x10 <sup>4</sup>	
	จากสารละลาย											23	26	26	4.87x10 <sup>8</sup>
	ตัวอย่างเริ่มต้น							121	116	123	5	12	7	2.40x10 <sup>7</sup>	
	น้ำที่ผ่านการกรอง						27	19	27	1	3	5			5.40x10 <sup>5</sup>
บีฟเอ็กซ์เนวาร์ก 8% พีเอช 9.0	จากสารละลาย											136	132	162	2.67x10 <sup>9</sup>
	ตัวอย่างเริ่มต้น							124	130	117	22	16	19	2.47x10 <sup>7</sup>	
	น้ำที่ผ่านการกรอง				130	136	149							2.77x10 <sup>5</sup>	
	จากสารละลาย										>200	143	160	154	3.05x10 <sup>9</sup>
	ตัวอย่างเริ่มต้น							70	72	71	2	5	1	1.42x10 <sup>7</sup>	
	น้ำที่ผ่านการกรอง				51	54	48							1.02x10 <sup>5</sup>	
	จากสารละลาย											75	82	89	1.64x10 <sup>9</sup>
	ตัวอย่างเริ่มต้น							70	76	76	4	1	2	1.52x10 <sup>7</sup>	
น้ำที่ผ่านการกรอง				61	59	66							1.24x10 <sup>5</sup>		
จากสารละลาย											91	87	89	1.78x10 <sup>9</sup>	

ผลการทดลองชุดที่ 2

จำนวนโคลิฟอร์มที่ได้จากตัวอย่างน้ำที่กรองผ่านแผ่นเยื่อกรองที่เคลือบด้วยโพลีเอทิลีนอิมิน

สารละลาย	ตัวอย่างน้ำ	จำนวนพลั๊กที่นับได้ที่อัตราส่วนเจือจาง						ความเข้มข้นของโคลิฟอร์ม (พีเอฟยู/มิลลิลิตร)
		1:10 <sup>2</sup>	1:10 <sup>3</sup>	1:10 <sup>4</sup>	1:10 <sup>5</sup>	1:10 <sup>6</sup>	1:10 <sup>7</sup>	
บีฟอกซ์เทรทท์ 8%+NaCl 1 โมล พีเอช 9.0	ตัวอย่างเริ่มต้น				81 86 74	9 7 8		1.60x10 <sup>7</sup>
	น้ำที่ผ่านการกรอง		111 125 118	10 9 18				2.36x10 <sup>5</sup>
	จากสารละลาย						84 88 93	1.77x10 <sup>9</sup>
	ตัวอย่างเริ่มต้น				36 32 37	5 2 1		7.00x10 <sup>6</sup>
	น้ำที่ผ่านการกรอง		134 125 130	14 15 18				2.59x10 <sup>5</sup>
	จากสารละลาย						43 47 36	8.33x10 <sup>8</sup>
	ตัวอย่างเริ่มต้น				54 59 67	2 10 6		1.20x10 <sup>7</sup>
	น้ำที่ผ่านการกรอง		29 36 38	6 5 0				6.80x10 <sup>4</sup>
	จากสารละลาย					66 79 72	1.45x10 <sup>9</sup>	
โซเดียมคลอไรด์ 1 โมล พีเอช 9.0	ตัวอย่างเริ่มต้น					77 81 82		1.60x10 <sup>8</sup>
	น้ำที่ผ่านการกรอง	>200		97 97 96				1.93x10 <sup>6</sup>
	จากสารละลาย					165 159 156	16 16 15	3.20x10 <sup>8</sup>
	ตัวอย่างเริ่มต้น					69 75 66		1.40x10 <sup>7</sup>
	น้ำที่ผ่านการกรอง	>200		78 81 76				1.57x10 <sup>6</sup>
	จากสารละลาย					140 146 149	20 9 4	2.90x10 <sup>8</sup>
	ตัวอย่างเริ่มต้น					20 20 20		4.00x10 <sup>7</sup>
	น้ำที่ผ่านการกรอง	>200		82 89 86				1.71x10 <sup>6</sup>
	จากสารละลาย				>200	35 34 33	6.80x10 <sup>8</sup>	

แสดงผลการดูดซับของโคลิฟาจบนแผ่นเยื่อกรอง  
ที่มีการเคลือบด้วยโพลีเอทิลีนอิมิน 0.5%

จำนวนโคลิฟาจ ( พีเอฟยู / มิลลิลิตร )		
ตัวอย่างน้ำ	น้ำที่ผ่านการกรอง	% การดูดซับ
$1.66 \times 10^7$	$1.07 \times 10^5$	99.36%
$1.42 \times 10^7$	$2.47 \times 10^5$	98.26%
$2.37 \times 10^7$	$1.80 \times 10^5$	99.24%
$2.25 \times 10^7$	$3.93 \times 10^5$	98.25%
$2.00 \times 10^7$	$4.87 \times 10^5$	97.57%
$1.82 \times 10^7$	$4.67 \times 10^5$	97.43%
$4.20 \times 10^7$	$9.33 \times 10^4$	99.78%
$3.55 \times 10^7$	$1.00 \times 10^5$	99.72%
$3.80 \times 10^7$	$1.13 \times 10^5$	99.70%
$1.00 \times 10^7$	$2.27 \times 10^4$	99.77%
$1.40 \times 10^7$	$2.47 \times 10^5$	98.24%
$2.63 \times 10^7$	$5.47 \times 10^5$	97.92%
$2.41 \times 10^7$	$2.00 \times 10^5$	99.17%
$4.20 \times 10^6$	$2.00 \times 10^4$	99.52%
$2.40 \times 10^7$	$5.40 \times 10^5$	97.75%
$2.47 \times 10^7$	$2.77 \times 10^5$	98.88%
$1.42 \times 10^7$	$1.02 \times 10^5$	99.28%
$1.52 \times 10^7$	$1.24 \times 10^5$	99.18%
$1.60 \times 10^7$	$2.36 \times 10^5$	98.53%
$7.00 \times 10^6$	$2.59 \times 10^5$	96.30%
$1.20 \times 10^7$	$6.80 \times 10^4$	99.43%
$1.60 \times 10^8$	$1.93 \times 10^6$	98.79%
$1.40 \times 10^7$	$1.57 \times 10^6$	88.79%
$4.00 \times 10^7$	$1.71 \times 10^6$	95.73%
	ค่าเฉลี่ย	98.19%

หมายเหตุ : (3) = [(1)-(2)]x100/(1)



ผลการทดลองชุดที่ 3

จำนวนโคลีฟาจที่ได้จากตัวอย่างน้ำความขุ่นสูงเคราะห์จากดินคาโอสิน

สารละลายตะกอน	ตัวอย่างน้ำ	จำนวนพลาซมีนัมที่ได้ที่อัตราส่วนเจือจาง						ความเข้มข้นของโคลีฟาจ (พีเอฟยู/มิลลิลิตร)						
		1:10 <sup>4</sup>			1:10 <sup>5</sup>				1:10 <sup>6</sup>					
ไกลซิน 0.06 โมล- โซเดียมไฮดรอกไซด์ พีเอช 10.5	ตัวอย่างน้ำเริ่มต้น	>200						20	21	21	2.13x10 <sup>7</sup>			
	ส่วนน้ำใสชุดที่ 1							116	110	119	15	13	17	2.30x10 <sup>7</sup>
	ส่วนตะกอนชุดที่ 1	77	61	69	6	9	7				1.38x10 <sup>6</sup>			
	ส่วนน้ำใสชุดที่ 2							118	122	120	16	26	14	2.40x10 <sup>7</sup>
	ส่วนตะกอนชุดที่ 2	42	55	49	3	7	6				9.73x10 <sup>5</sup>			
	ส่วนน้ำใสชุดที่ 3							82	80	81	4	1	3	1.62x10 <sup>7</sup>
	ส่วนตะกอนชุดที่ 3	74	77	81	6	6	4				1.56x10 <sup>6</sup>			
บีฟเอ็กซ์แทรกต์ 3% พีเอช 9.0	ตัวอย่างน้ำเริ่มต้น	>200						20	21	21	4.13x10 <sup>7</sup>			
	ส่วนน้ำใสชุดที่ 1							147	141	144	12	13	13	2.88x10 <sup>7</sup>
	ส่วนตะกอนชุดที่ 1	82	75	79	7	7	7				1.57x10 <sup>6</sup>			
	ส่วนน้ำใสชุดที่ 2							>200	26	24	26	5.00x10 <sup>7</sup>		
	ส่วนตะกอนชุดที่ 2	106	110	108	23	10	15				2.15x10 <sup>6</sup>			
	ส่วนน้ำใสชุดที่ 3							>200	20	26	23	4.53x10 <sup>7</sup>		
	ส่วนตะกอนชุดที่ 3	89	73	81	6	4	3				1.62x10 <sup>6</sup>			



- ผลการทดลองชุดที่ 3  
จำนวนโคลิฟาจที่ได้จากตัวอย่างน้ำความขุ่นสูงวิเคราะห์จากหินคาโอสลิน.

สารละลายตะกอน	ตัวอย่างน้ำ	จำนวนพลักที่นับได้ที่อัตราส่วนเจือจาง									ความเข้มข้นของโคลิฟาจ (พีเอฟยู/มิลลิลิตร)	
		1:10 <sup>4</sup>			1:10 <sup>5</sup>			1:10 <sup>6</sup>				
บีฟอกซ์เนวาทท์ 3%+ NaCl 1 โมล พีเอช 9.0	ตัวอย่างน้ำเริ่มต้น				59	69	64	6	4	2		$1.28 \times 10^7$
	ส่วนน้ำใสชุดที่ 1				88	71	80	9	6	5		$1.59 \times 10^7$
	ส่วนตะกอนชุดที่ 1	20	22	23								$4.33 \times 10^5$
	ส่วนน้ำใสชุดที่ 2				55	53	54	10	6	7		$1.08 \times 10^7$
	ส่วนตะกอนชุดที่ 2	24	20	22								$4.40 \times 10^5$
	ส่วนน้ำใสชุดที่ 3				71	67	69	2	7	4		$1.38 \times 10^7$
	ส่วนตะกอนชุดที่ 3	37	42	40								$7.93 \times 10^5$
บีฟอกซ์เนวาทท์ 8% พีเอช 9.0	ตัวอย่างน้ำเริ่มต้น	>200			112	101	107					$2.13 \times 10^7$
	ส่วนน้ำใสชุดที่ 1				108	114	111	13	10	12		$2.22 \times 10^7$
	ส่วนตะกอนชุดที่ 1	58	56	57	6	5	5					$1.14 \times 10^6$
	ส่วนน้ำใสชุดที่ 2				121	108	115	13	10	11		$2.29 \times 10^7$
	ส่วนตะกอนชุดที่ 2	43	58	51	7	7	8					$1.01 \times 10^6$
	ส่วนน้ำใสชุดที่ 3				78	79	79	4	9	6		$1.57 \times 10^7$
	ส่วนตะกอนชุดที่ 3	61	56	59	2	16	9					$1.17 \times 10^6$

ผลกวดทดลองชุดที่ 3

จำนวนโคลิฟาจที่ได้จากตัวอย่างน้ำความขุ่นสีแควระห์จากคืนคาโฮลิน

สารละลายตะกอน	ตัวอย่างน้ำ	จำนวนพลักที่นับได้ที่อัตราส่วนเจือจาง						ความเข้มข้นของโคลิฟาจ (พีเอฟยู/มิลลิลิตร)			
		1:10 <sup>4</sup>			1:10 <sup>5</sup>						
บีฟอกซ์เนวทาร์ฟ 8%+ NaCl 1 โมล พีเอช 9.0	ตัวอย่างน้ำเริ่มต้น				69	69	64	5	4	2	1.28x10 <sup>7</sup>
	ส่วนน้ำใสชุดที่ 1				60	62	66	4	7	6	1.12x10 <sup>7</sup>
	ส่วนตะกอนชุดที่ 1	22	24	23							4.60x10 <sup>5</sup>
	ส่วนน้ำใสชุดที่ 2				66	69	67	6	9	4	1.15x10 <sup>7</sup>
	ส่วนตะกอนชุดที่ 2	28	22	26							5.00x10 <sup>5</sup>
	ส่วนน้ำใสชุดที่ 3				71	70	71	4	12	8	1.41x10 <sup>7</sup>
	ส่วนตะกอนชุดที่ 3	44	36	49							8.53x10 <sup>5</sup>

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผลการทดลองชุดที่ 3

จำนวนโคลิฟาจที่ได้จากตัวอย่างน้ำความขุ่นสูงเคราะห์จากเขื่อนอี. โคโล

สารละลายตะกอน	ตัวอย่างน้ำ	จำนวนพลั๊กที่นับได้ที่อัตราส่วนเจือจาง						ความเข้มข้นของโคลิฟาจ (พีเอฟยู/มิลลิลิตร)	
		1:10 <sup>3</sup>			1:10 <sup>4</sup>				
ไกลซิน 0.05 โมล- โซเดียมไฮดรอกไซด์ พีเอช 10.5	ตัวอย่างน้ำเริ่มต้น	>200						20 21 21	4.13x10 <sup>7</sup>
	ส่วนน้ำใสชุดที่ 1	>200	26	20	24				4.67x10 <sup>5</sup>
	ส่วนตะกอนชุดที่ 1	>200	25	24	26				5.00x10 <sup>5</sup>
	ส่วนน้ำใสชุดที่ 2	>200	29	26	30				5.67x10 <sup>5</sup>
	ส่วนตะกอนชุดที่ 2	>200	20	21	22				4.20x10 <sup>5</sup>
	ส่วนน้ำใสชุดที่ 3	>200	28	20	26				4.67x10 <sup>5</sup>
	ส่วนตะกอนชุดที่ 3	>200	22	22	26				4.60x10 <sup>5</sup>
บีฟเอ็กซ์เนวาร์ก 3% พีเอช 9.0	ตัวอย่างน้ำเริ่มต้น	82 72 79						19 20 17	1.56x10 <sup>7</sup>
	ส่วนน้ำใสชุดที่ 1	>200	37	31	36				6.87x10 <sup>5</sup>
	ส่วนตะกอนชุดที่ 1	148 149 162	18	12	14				2.99x10 <sup>5</sup>
	ส่วนน้ำใสชุดที่ 2	>200	86	110	96				1.94x10 <sup>6</sup>
	ส่วนตะกอนชุดที่ 2	>200	24	24	23				4.73x10 <sup>5</sup>
	ส่วนน้ำใสชุดที่ 3	>200	28	21	26				4.93x10 <sup>5</sup>
	ส่วนตะกอนชุดที่ 3	>200	28	29	27				5.60x10 <sup>5</sup>

ผลการทดลองชุดที่ 3

จำนวนโคลิฟาจที่ได้จากตัวอย่างน้ำความขุ่นสูงควาระจากเซลล์ โคลิโด

สารละลายตะกอน	ตัวอย่างน้ำ	จำนวนพลั๊กที่นับได้ที่อัตราส่วนเจือจาง				ความเข้มข้นของโคลิฟาจ (ทีเอพยูมิลลิลิตร)
		1:10 <sup>3</sup>	1:10 <sup>4</sup>	1:10 <sup>5</sup>	1:10 <sup>6</sup>	
บิฟอกซ์เทวาร์ท 3%+ NaCl 1 โมล พีเอช 9.0	ตัวอย่างน้ำเริ่มต้น			>200	23 26 21	4.67x10 <sup>7</sup>
	ส่วนน้ำใสชุดที่ 1	>200	28 26 27			5.40x10 <sup>5</sup>
	ส่วนตะกอนชุดที่ 1	126 121 128	6 12 10			9.60x10 <sup>4</sup>
	ส่วนน้ำใสชุดที่ 2	>200	26 24 26			5.00x10 <sup>5</sup>
	ส่วนตะกอนชุดที่ 2	>200	32 29 31			6.13x10 <sup>5</sup>
	ส่วนน้ำใสชุดที่ 3	>200	22 24 23			4.60x10 <sup>5</sup>
	ส่วนตะกอนชุดที่ 3	178 183 176	14 21 16			3.57x10 <sup>5</sup>
บิฟอกซ์เทวาร์ท 8% พีเอช 9.0	ตัวอย่างน้ำเริ่มต้น			82 72 79	19 20 17	1.56x10 <sup>7</sup>
	ส่วนน้ำใสชุดที่ 1	>200	21 23 20			4.27x10 <sup>5</sup>
	ส่วนตะกอนชุดที่ 1	>200	26 30 33			5.93x10 <sup>5</sup>
	ส่วนน้ำใสชุดที่ 2	189 190 193	18 19 19			3.81x10 <sup>5</sup>
	ส่วนตะกอนชุดที่ 2	>200	48 37 42			8.47x10 <sup>5</sup>
	ส่วนน้ำใสชุดที่ 3	193 196 197	19 19 19			3.90x10 <sup>5</sup>
	ส่วนตะกอนชุดที่ 3	>200	30 48 40			7.87x10 <sup>5</sup>



ผลการทดลองชุดที่ 3

จำนวนโคลิฟาจที่ได้จากตัวอย่างน้ำควบคุมสิ่งแวดล้อมจากเขตอ. โดโล

สารละลายตะกอน	ตัวอย่างน้ำ	จำนวนพลั๊กที่นับได้ที่อัตราส่วนเจือจาง								ความเข้มข้นของโคลิฟาจ (ทีเอฟยูนิลลิตร)	
		1:10 <sup>3</sup>			1:10 <sup>4</sup>			1:10 <sup>5</sup>			1:10 <sup>6</sup>
บีฟเอ็กซ์แทรกต์ 8%+ NaCl 1 โมล พีเอช 9.0	ตัวอย่างน้ำเริ่มต้น				140	143	145	19	18	16	2.86x10 <sup>7</sup>
	ส่วนน้ำใสชุดที่ 1	>200	70	62	46						1.12x10 <sup>6</sup>
	ส่วนตะกอนชุดที่ 1	>200	30	31	32						6.20x10 <sup>5</sup>
	ส่วนน้ำใสชุดที่ 2	>200	72	66	69						1.37x10 <sup>6</sup>
	ส่วนตะกอนชุดที่ 2	>200	34	30	36						6.60x10 <sup>5</sup>
	ส่วนน้ำใสชุดที่ 3	>200	41	61	45						9.13x10 <sup>5</sup>
	ส่วนตะกอนชุดที่ 3	>200	36	31	33						6.67x10 <sup>5</sup>

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก ข

การวิเคราะห์ความแปรปรวนสำหรับข้อมูลแบบจำแนกทางเดียว

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

### การวิเคราะห์ความแปรปรวนสำหรับข้อมูลแบบจำแนกทางเดียว

จากอภิธาน วงศ์กิตติการ. สถิติสำหรับชีววิทยา. พิมพ์ครั้งที่ 1. โครงการตำรามูลนิธิ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ลำดับที่ 15-2531. สงขลา : คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 2531. ได้อธิบายวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลแบบจำแนกทางเดียวไว้ว่า คือ การแยกการแปรผันของข้อมูลออกเป็นส่วนๆ ตามแหล่งที่มา หรือตามปัจจัยที่ก่อให้เกิดการแปรผัน และใช้ตัวสถิติ  $F$  ทดสอบความแปรปรวนเหล่านั้น และข้อมูลจะเป็นข้อมูลเชิงปริมาณ ตัวเลขที่นำมาวิเคราะห์นั้นได้จากการทดลอง โดยใช้หลักการการวางแผนการทดลองที่เหมาะสม ก่อนจะทำการศึกษา นักวิจัยต้องทราบแหล่งของการแปรผันของข้อมูลเสียก่อน เมื่อทราบแหล่งของการแปรผันแล้วจึงเลือกใช้แผนแบบการทดลองแบบใดแบบหนึ่งที่เหมาะสม เพื่อให้ได้ผลการทดลองตอบปัญหาที่ต้องการศึกษาให้ได้มากที่สุด และใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนสำหรับข้อมูลที่ได้จากการทดลองตามแผนแบบนั้นๆ ขั้นตอนการวิเคราะห์ความแปรปรวนมีดังนี้

ขั้นที่ 1 ตั้งสมมติฐานว่าไม่มีความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของทรีทเมนต์ทั้งหมด

ขั้นที่ 2 ตรวจสอบว่าความแปรปรวนของทุกกลุ่มเท่ากันหรือไม่ โดยสมมุติว่าความแปรปรวนของทุกกลุ่มเท่ากัน

ขั้นที่ 3 คำนวณผลรวมกำลังสอง (Sum of squares หรือ SS) แยกตามแหล่งการแปรผันต่างๆ ดังนี้

1. ผลรวมกำลังสองทั้งหมด คือ ค่าที่ได้จากการยกกำลังสองของค่าความแตกต่างระหว่างแต่ละค่าสังเกตกับค่าเฉลี่ยทั้งหมดของการทดลอง แล้วนำมารวมเข้าด้วยกัน หรือเขียนแทนด้วยสัญลักษณ์

$$\sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^a (Y_{i,j} - \bar{Y})^2$$

ให้ SST หมายถึง ผลรวมกำลังสองทั้งหมด (The total sum of squares)

$$SST = \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^a (Y_{i,j} - \bar{Y})^2$$

$$\text{หรือ } SST = \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^a Y_{i,j}^2 - (G.T.)^2 / an$$

โดยที่ a คือ จำนวนทรีทเมนต์

n คือ จำนวนซ้ำ

G.T คือ ผลรวมทั้งหมดในการทดลอง

เรียกค่า  $(G.T.)^2 / an$  ว่า correction term หรือใช้ตัวอักษรย่อว่า C.T.

2. ผลรวมกำลังสองระหว่างกลุ่ม ( The among groups sum of squares) ผลรวมกำลังสองระหว่างกลุ่ม คือ ค่าที่ได้จากการยกกำลังสองของค่าความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของแต่ละทรีทเมนต์กับค่าเฉลี่ยทั้งหมดของการทดลอง แล้วนำมารวมเข้าด้วยกัน หรือเขียนแทนได้ด้วยสัญลักษณ์

$$\sum_{i=1}^a n(Y_i - \bar{Y})^2$$

ให้ SSA หมายถึง ผลรวมกำลังสองระหว่างกลุ่ม



$$SSA = \sum_{i=1}^a n(Y_i - \bar{Y})^2$$

$$\text{หรือ } SSA = \sum_{i=1}^a (T_i^2/n) - C.T.$$

โดยที่  $T_i$  คือ ผลรวมของแต่ละกรีกเมนต์

### 3. ผลรวมกำลังสองภายในกลุ่ม (The within groups sum of squares)

ให้ SSW หมายถึง ผลรวมกำลังสองภายในกลุ่ม

เนื่องจากผลรวมกำลังสองทั้งหมด เท่ากับผลบวกระหว่างผลรวมกำลังสองระหว่างกลุ่มกับผลรวมกำลังสองภายในกลุ่ม ดังนั้น

$$SSW = SST - SSA$$

### ขั้นที่ 4 คำนวณหาค่าความแปรปรวน

คำนวณหาค่าความแปรปรวนโดยใช้ค่าผลรวมกำลังสองที่คำนวณไว้แล้วหารด้วยระดับชั้นความเสรีตามแหล่งของการแปรผันนั้นๆ เรียกความแปรปรวนว่า Mean Square หรือ MS ค่าความแปรปรวนเหล่านี้ถูกนำเสนอไว้ในตารางการวิเคราะห์ความแปรปรวนและคำนวณได้ดังนี้

$$\text{Among Groups Mean Square} = SSA/(a-1)$$

$$\text{Within Groups Mean Square} = SSW/a(n-1)$$

$$F = \frac{\text{Among Groups Mean Square}}{\text{Within Groups Mean Square}}$$

ตารางการวิเคราะห์ความแปรปรวนสำหรับข้อมูลแบบจำแนกทางเดียว

ที่มาของ ความแปรปรวน	df	ผลรวมกำลังสอง	ค่าความแปรปรวน	F-ratio
ระหว่างกลุ่ม	a-1	$SSA = \sum_{i=1}^a T_i^2/n - C.T.$	$MSA = SSA/(a-1)$	$F =$ $MSA/MSW$
ภายในกลุ่ม	a(n-1)	$SSW = SST-SSA$	$MSW = SSW/a(n-1)$	
รวม	an-1	$SST = \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^a Y_{ij}^2 - C.T.$		

จากการวิเคราะห์ความแปรปรวน ถ้าค่า  $F$  ที่คำนวณได้มีค่ามากกว่า  $F_{\alpha}$  ที่อ่านได้จากตารางการแจกแจงแบบเอฟ. แสดงว่า ความแปรปรวน หรือ Mean Squares ทั้ง 2 ค่าที่เปรียบเทียบไม่เท่ากัน กล่าวคือ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ( $\alpha$ ) ที่กำหนดไว้

ตัวอย่าง สมมติว่าผู้วิจัยต้องการเปรียบเทียบผลผลิตของแก้วเหลียง 4 พันธุ์ ซึ่งปลูกไว้ในกระถาง และเป็นงานทดลองในเรือนเพาะชำ ผลผลิต (กรัม/กระถาง) ของแก้วเหลียง 4 พันธุ์ แสดงได้ดังตาราง

พันธุ์	A	B	C	D
ผลผลิต	12	19	16	13
ของแก้วเหลียง	15	20	17	9
กรรม/กระถาง	14	18	15	12
	14	22	13	7
ผลรวม	55	79	61	41
ค่าเฉลี่ย	13.75	19.75	15.25	10.25

$$G.T. = 236 \quad a = 4$$

$$Y = 14.75 \quad n = 4$$

ตารางที่ 4.14 การวิเคราะห์ความแปรปรวนสำหรับข้อมูลแบบจำแนกทางเดียวของ ANOVA

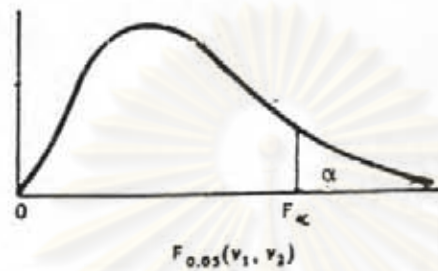
ที่มาของ	df	ผลรวม	ค่าความ	F-ratio
ความแปรปรวน		กำลังสอง	แปรปรวน	
ระหว่างกลุ่ม	3	188.00	62.00	16.53
ภายในกลุ่ม	12	45.00	3.75	
รวม	15	231.00		

กำหนด  $\alpha = 0.05$  เมื่อเปิดค่า  $F(3,12)$  จากตารางค่าวิกฤติของการแจกแจงแบบ  $F$  ในภาคผนวก ข ได้  $F(3,12) = 3.49$

ค่า  $F$  ที่คำนวณได้มากกว่า 3.49 แสดงว่าความแตกต่างมีนัยสำคัญ

สรุปผล มีเหตุผลเพียงพอที่จะกล่าวว่า ค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพในการชะล้างโคลิฟาจของสาร  
ชะล้างต่างๆ แตกต่างกัน ด้วยความเชื่อมั่น 95 %

## ค่าวิกฤติของการแจกแจงแบบเอฟ (F)




$v_2$	$v_1$								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	161.4	199.5	215.7	224.6	230.2	234.0	236.8	238.9	240.5
2	18.51	19.00	19.16	19.25	19.30	19.33	19.35	19.37	19.38
3	10.13	9.55	9.28	9.12	9.01	8.94	8.89	8.85	8.81
4	7.71	6.94	6.59	6.39	6.26	6.16	6.09	6.04	6.00
5	6.61	5.79	5.41	5.19	5.05	4.95	4.88	4.82	4.77
6	5.99	5.14	4.76	4.53	4.39	4.28	4.21	4.15	4.10
7	5.59	4.74	4.35	4.12	3.97	3.87	3.79	3.73	3.68
8	5.32	4.46	4.07	3.84	3.69	3.58	3.50	3.44	3.39
9	5.12	4.26	3.86	3.63	3.48	3.37	3.29	3.23	3.18
10	4.96	4.10	3.71	3.48	3.33	3.22	3.14	3.07	3.02
11	4.84	3.98	3.59	3.36	3.20	3.09	3.01	2.95	2.90
12	4.75	3.89	3.49	3.26	3.11	3.00	2.91	2.85	2.80
13	4.67	3.81	3.41	3.18	3.03	2.92	2.83	2.77	2.71
14	4.60	3.74	3.34	3.11	2.96	2.85	2.76	2.70	2.65
15	4.54	3.68	3.29	3.06	2.90	2.79	2.71	2.64	2.59
16	4.49	3.63	3.24	3.01	2.85	2.74	2.66	2.59	2.54
17	4.45	3.59	3.20	2.96	2.81	2.70	2.61	2.55	2.49
18	4.41	3.55	3.16	2.93	2.77	2.66	2.58	2.51	2.46
19	4.38	3.52	3.13	2.90	2.74	2.63	2.54	2.48	2.42
20	4.35	3.49	3.10	2.87	2.71	2.60	2.51	2.45	2.39
21	4.32	3.47	3.07	2.84	2.68	2.57	2.49	2.42	2.37
22	4.30	3.44	3.05	2.82	2.66	2.55	2.46	2.40	2.34
23	4.28	3.42	3.03	2.80	2.64	2.53	2.44	2.37	2.32
24	4.26	3.40	3.01	2.78	2.62	2.51	2.42	2.36	2.30
25	4.24	3.39	2.99	2.76	2.60	2.49	2.40	2.34	2.28
26	4.23	3.37	2.98	2.74	2.59	2.47	2.39	2.32	2.27
27	4.21	3.35	2.96	2.73	2.57	2.46	2.37	2.31	2.25
28	4.20	3.34	2.95	2.71	2.56	2.45	2.36	2.29	2.24
29	4.18	3.33	2.93	2.70	2.55	2.43	2.35	2.28	2.22
30	4.17	3.32	2.92	2.69	2.53	2.42	2.33	2.27	2.21
40	4.08	3.23	2.84	2.61	2.45	2.34	2.25	2.18	2.12
60	4.00	3.15	2.76	2.53	2.37	2.25	2.17	2.10	2.04
120	3.92	3.07	2.68	2.45	2.29	2.17	2.09	2.02	1.96
$\infty$	3.84	3.00	2.60	2.37	2.21	2.10	2.01	1.94	1.88



## ค่าวิกฤติของการแจกแจงแบบเอฟ (F) (ต่อ)

 $F_{0.05}(v_1, v_2)$ 

$v_2$	$v_1$									
	10	12	15	20	24	30	40	60	120	$\infty$
1	241.9	243.9	245.9	248.0	249.1	250.1	251.1	252.2	253.3	254.3
2	19.40	19.41	19.43	19.45	19.45	19.46	19.47	19.48	19.49	19.50
3	8.79	8.74	8.70	8.66	8.64	8.62	8.59	8.57	8.55	8.53
4	5.96	5.91	5.86	5.80	5.77	5.75	5.72	5.69	5.66	5.63
5	4.74	4.68	4.62	4.56	4.53	4.50	4.46	4.43	4.40	4.36
6	4.06	4.00	3.94	3.87	3.84	3.81	3.77	3.74	3.70	3.67
7	3.64	3.57	3.51	3.44	3.41	3.38	3.34	3.30	3.27	3.23
8	3.35	3.28	3.22	3.15	3.12	3.08	3.04	3.01	2.97	2.93
9	3.14	3.07	3.01	2.94	2.90	2.86	2.83	2.79	2.75	2.71
10	2.98	2.91	2.85	2.77	2.74	2.70	2.66	2.62	2.58	2.54
11	2.85	2.79	2.72	2.65	2.61	2.57	2.53	2.49	2.45	2.40
12	2.75	2.69	2.62	2.54	2.51	2.47	2.43	2.38	2.34	2.30
13	2.67	2.60	2.53	2.46	2.42	2.38	2.34	2.30	2.25	2.21
14	2.60	2.53	2.46	2.39	2.35	2.31	2.27	2.22	2.18	2.13
15	2.54	2.48	2.40	2.33	2.29	2.25	2.20	2.16	2.11	2.07
16	2.49	2.42	2.35	2.28	2.24	2.19	2.15	2.11	2.06	2.01
17	2.45	2.38	2.31	2.23	2.19	2.15	2.10	2.06	2.01	1.96
18	2.41	2.34	2.27	2.19	2.15	2.11	2.06	2.02	1.97	1.92
19	2.38	2.31	2.23	2.16	2.11	2.07	2.03	1.98	1.93	1.88
20	2.35	2.28	2.20	2.12	2.08	2.04	1.99	1.95	1.90	1.84
21	2.32	2.25	2.18	2.10	2.05	2.01	1.96	1.92	1.87	1.81
22	2.30	2.23	2.15	2.07	2.03	1.98	1.94	1.89	1.84	1.78
23	2.27	2.20	2.13	2.05	2.01	1.96	1.91	1.86	1.81	1.76
24	2.25	2.18	2.11	2.03	1.98	1.94	1.89	1.84	1.79	1.73
25	2.24	2.16	2.09	2.01	1.96	1.92	1.87	1.82	1.77	1.71
26	2.22	2.15	2.07	1.99	1.95	1.90	1.85	1.80	1.75	1.69
27	2.20	2.13	2.06	1.97	1.93	1.88	1.84	1.79	1.73	1.67
28	2.19	2.12	2.04	1.96	1.91	1.87	1.82	1.77	1.71	1.65
29	2.18	2.10	2.03	1.94	1.90	1.85	1.81	1.75	1.70	1.64
30	2.16	2.09	2.01	1.93	1.89	1.84	1.79	1.74	1.68	1.62
40	2.08	2.00	1.92	1.84	1.79	1.74	1.69	1.64	1.58	1.51
60	1.99	1.90	1.84	1.75	1.70	1.65	1.59	1.53	1.47	1.39
120	1.91	1.83	1.75	1.66	1.61	1.55	1.50	1.43	1.35	1.25
$\infty$	1.83	1.75	1.67	1.57	1.52	1.46	1.39	1.32	1.22	1.00



ภาคผนวก ค

การวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายในการหาปริมาณโคลิฟอร์มจากตัวอย่างน้ำความเข้มข้นโคลิฟอร์มต่ำ

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายในการหาปริมาณโคลิฟอร์มจากตัวอย่างน้ำที่มีความเข้มข้นโคลิฟอร์มค่า

ค่าใช้จ่ายที่วิเคราะห์นั้นจะเป็นเฉพาะค่าสารเคมีต่อการวิเคราะห์ปริมาณโคลิฟอร์ม 1 ครั้ง โดยไม่รวมค่าอุปกรณ์ ค่าไฟฟ้า และค่าแรงในการวิเคราะห์ รายละเอียดดังนี้

ชนิดสารเคมี	ราคาค่อนหน่วย	ปริมาณที่ใช้	ค่าวิเคราะห์ (บาท)
1. ทริปติเคสซออบรอส	770 บาท/500 กรัม	3.7 กรัม	5.70
2. กลีเซอริน	1,070 บาท/2,500 มล.	7.2 มล.	3.08
3. โพลีเอทิลีนอิมิน	2,075 บาท/ 250 มล.	0.005 มล.	0.04
4. แผ่นเยื่อกรอง	1,712 บาท/ 100 แผ่น	1 แผ่น	17.12
5. แอมโมเนียมไนเตรด	2,140 บาท/1,000 กรัม	0.035 กรัม	0.08
6. สตรอนเทียมไนเตรด	1,016 บาท/1,000 กรัม	0.005 กรัม	0.01
7. อาการ์	3,403 บาท/ 454 กรัม	0.33 กรัม	2.48
8. บีฟอกซ์เนทริก	5,030 บาท/ 454 กรัม	0.6 กรัม	6.65
9. โซเดียมคลอไรด์	193 บาท/1,000 กรัม	0.44 กรัม	0.09

รวมค่าใช้จ่ายในการวิเคราะห์ปริมาณโคลิฟอร์ม 1 ครั้ง

35.25 บาท

ประวัติผู้เขียน

นางสาวเนาวรัตน์ สิริวันตร์ เกิดวันที่ 25 สิงหาคม พ.ศ. 2510 ที่จังหวัดเชียงใหม่  
สำเร็จการศึกษาปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัย  
เชียงใหม่ ในปีการศึกษา 2532 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ที่  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อ พ.ศ. 2535



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย