การใช้หลอดรังสีอัลตราไวโอเลตชนิดความดันต่ำ ในการบำบัดน้ำดิบที่ปนเปื้อนโคลิฟาจ

นายรัฐพนธ์ ทาทอง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2543

ISBN 974-13-0356-4

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

APPLICATION OF A LOW PRESSURE ULTRAVIOLET LAMP FOR TREATMENT OF RAW WATER CONTAMINATED BY COLIPHAGE

Mr. Rathaphon Tatong

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering in Environmental Engineering
Department of Environment Engineering
Faculty of Engineering
Chulalongkorn University
Academic Year 2000
ISBN 974-13-0356-4

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การใช้หลอดรังสีอัลตราไวโอเลตชนิดความดันต่ำในการบำบัดน้ำดิบที่ปนเปื้อนโคลิฟาจ
โดย	นายรัฐพนธ์ ทาทอง
สาขาวิชา	วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชวลิต รัตนธรรมสกุล

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

…….. คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(ศาสตราจารย์ ดร.สมศักดิ์ ปัญญาแก้ว)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

…… ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ วงศ์พันธ์ ลิมปเสนีย์)

…….. อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชวลิต รัตนธรรมสกุล)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

…… กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ธีระ เกรอต)

…… กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.เพ็ชรพร เชาวกิจเจริญ)

รัฐพนธ์ ทาทอง : การใช้หลอดรังสีอัลตราไวโอเลตชนิดความดันต่ำในการบำบัดน้ำดิบที่ปนเปื้อนโคลิฟาจ. (APPLICATION OF A LOW PRESSURE ULTRAVIOLET LAMP FOR TREATMENT OF RAW WATER CONTAMINATED BY COLIPHAGE)
อ.ที่ปรึกษา : ผศ.ดร.ชวลิต รัตนธรรมสกุล, 203 หน้า. ISBN 974-13-0356-4

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ ออกจากน้ำดิบด้วยรังสีอัลตราไวโอเลตจากหลอดรังสีอัลตราไวโอเลตชนิดความดันต่ำ ปัจจัยที่ทำการศึกษาคือ ระยะเวลาที่น้ำดิบสัมผัสรังสีและประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ โดยทำการเปลี่ยนปริมาณความเข้มข้นของสารปนเปื้อนดังนี้ ความขุ่น 5, 10, 20, 30 NTU และ Humic acid 0.5, 1.0, 3.0, 5.0 mg/l และ Tannic acid 0.5, 1.0, 3.0, 5.0 mg/l และ Lignin 0.5, 1.0, 3.0 mg/l ตามลำดับ

จากผลการทดลองพบว่า เมื่อรังสีอัลตราไวโอเลตมีระยะเวลาที่สัมผัสกับน้ำดิบมากขึ้นจะทำให้ประสิทภาพในการกำจัดโคลิฟาจในน้ำดิบมีประสิทธิภาพสูงขึ้นตามไปด้วยโดยความสัมพันธ์ของประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ หรือ อัตราส่วนระหว่างปริมาณโคลิฟาจที่เวลานั้นๆต่อปริมาณโคลิฟาจที่เวลาเริ่มต้น (Survival ratio) กับเวลาที่สัมผัสรังสีจะสามารถหาสมการมาอธิบายความสัมพันธ์ได้เป็นสมการแบบexponentialซึ่งจะทำให้สามารถหาค่าคงที่สัมประสิทธิ์การกำจัดโคลิฟาจ (k) ของแต่ละชนิดของตัวอย่างน้ำได้ดังนี้

ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจที่ปนเปื้อนในน้ำดิบที่ไม่มีสารปนเปื้อน พบว่าจะมีประสิทธิภาพสูงถึง 97% , 99.9%(3 ล็อก), 99.999% (5 ล็อก) เมื่อระยะเวลาที่น้ำดิบสัมผัสรังสีมีค่าเท่ากับ 0.17,1.66,19.9นาทีตามลำดับ โดยน้ำดิบที่ไม่มีสารปนเปื้อนจะมีค่า k=2.8239 min^{-1}(n=3) และยังพบอีกว่าค่าความขุ่นจะมีผลต่อการลดลงของค่า k มากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับสารอินทรีย์ชนิดต่างๆ โดยน้ำดิบที่มีสารปนเปื้อนต่างๆจะส่งผลทำให้ค่า k ลดลงตามปริมาณและชนิดของสารปนเปื้อนนั้นๆ โดย Lignin จะส่งผลทำให้ค่า k ลดลงมากที่สุดที่ความเข้มข้นเท่ากัน และตามด้วย Tannin acid และ Humic acid ตามลำดับ

ภาควิชา.....วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม..... ลายมือชื่อนิสิต .....
สาขาวิชา.....วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม..... ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....
ปีการศึกษา.....2543..... ลายมืออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

4070391021 : MAJOR ENVIRONMENT ENGINEERING

KEYWORD : COLIPHAGE / LOW PRESSURE ULTRAVIOLET LAMP

RATHAPHON TATONG : APPLICATION OF LOW PRESSURE ULTRAVIOLET LAMP FOR TREATMENT OF RAW WATER CONTAMINATED BY COLIPHAGE. THESIS ADVISOR : ASSIST. PROF. Ph.D. CHAVALIT RATANATAMSKUL. 203 pp. ISBN 974-13-0356-4.

The Objective of this research was to study the efficiency of coliphage disinfections from raw water by low pressure ultraviolet lamp. The effect of disinfections efficiency and exposure time on coliphage removal was investigated. The contaminate substance in this study were turbidity (5,10, 20,30 NTU), Humic Acid (0.5, 1.0, 3.0, 5.0 mg/l), Tannic Acid (0.5, 1.0, 3.0, 5.0 mg/l), Lignin (0.5, 1.0, 3.0 mg/l)

It was apparent that an increase in exposure time resulted in an increase in disinfesction efficiency by ultraviolet ray will increase. Moreover, the coliphage disinfection efficiency was decreased in the presence of suspended solid (turbidity) together with natural organic matter (Lignin, Tannic acid, Humic acid) in raw water. For water sample with only coliphage,the efficiencies were 97%, 99.9%, 99.999% when exposure time were 0.17,1.66, 19.9 minutes and coefficient of coliphage removal,$k = 2.8239\ min.^{-1}$ (n=3)

Turbidity was found to have the most inference effect on coliphage removal. Type and concentration of natural organic matters could affect k values as lignin significantly lower the k value than in the case of tannic acid and humic acid

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Department……Environmental Engineering…Student's signature……..

Field of study….Environmental Engineering…Adivisor's signature…….

Academic year…2000……Co-adivisor's signature……

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชวลิต รัตนธรรมสกุล เป็นอย่างสูงที่ให้ความกรุณาในการให้คำปรึกษาชี้แนะแนวทางในการวิจัย พร้อมทั้งให้แง่คิดทางด้านวิชาการตลอดจนให้ความเอาใจใส่ดูแล ตรวจสอบการเขียนวิทยานิพนธ์จนงานวิจัยนี้สำเร็จไปได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ทุกท่านที่มีส่วนได้ให้ความรู้แก่ตัวผู้วิจัย โดยเฉพาะอย่างยิ่ง รองศาสตราจารย์ วงศ์พันธ์ ลิมปเสนีย์ รองศาสตราจารย์ ดร.ธีระ เกรอต รองศาสตราจารย์ ดร. เพ็ชรพร เชาวกิจเจริญ ที่ได้ให้คำแนะนำ ตรวจสอบ อนุมัติโครงร่างงานวิจัย และเป็นกรรมการในการสอบวิทยานิพนธ์ให้แก่ผู้วิจัยตลอดระยะเวลาที่ศึกษาอยู่ พร้อมทั้งกรุณาให้คำชี้แนะและแนวทางรวมถึงโอกาสที่ให้ผู้วิจัยสามารถเขียนและปรับปรุงแก้ไขจนการสอบสำเร็จลุล่วงไปดี

ขอขอบคุณเพื่อนๆ พี่ๆ และน้อง ที่คอยช่วยเหลือและให้กำลังใจตลอดมา โดยเฉพาะอย่างยิ่ง คุณปิยวรรณ ทาทอง ที่คอยเป็นกำลังใจตลอดมา

ขอขอบพระคุณ คุณปวิตร์ สุธาวิยางกูร ที่ให้ความกรุณาผู้วิจัยได้ใช้พื้นที่ในห้องทดลองจุลชีววิทยาในการทดสอบตลอดการทำการวิจัย และขอขอบคุณ คุณประไพ แจ่มสายบัว ที่ให้คำแนะนำในการใช้เครื่องมือในห้องทดลองจุลชีววิทยาอย่างดีโดยตลอด

คุณความดีและประโยชน์ทั้งหลายอันเกิดจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ขอมอบให้บิดามารดา ซึ่งเป็นผู้ให้ทุกอย่างกับผู้วิจัยตลอดมา

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย…… ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..…..…….…….... จ

กิตติกรรมประกาศ ……...……..…….…….... ฉ

สารบัญ.. ……..…….…….... ช

สารบัญตาราง…….…….....……..…… ญ

สารบัญรูป .....…….…….....……..…….... ฎ

บทที่ 1 บทนำ ……..……..…….…… 1

1.1 ความเป็นมา ……..……... 1

1.2 วัตถุประสงค์ ……..……..…… 2

1.3 ขอบเขตการศึกษา 3

บทที่ 2 ทฤษฎีและสมมติฐาน 4

2.1 รังสีอัลตราไวโอเลต 4

2.1.1 หลอดรังสีอัลตราไวโอเลต ……..…….. 8

2.1.2 หน่วยที่ใช้ในการวัดปริมาณของแสงที่ให้กับน้ำ …..... 9

2.1.3 ขีดจำกัดและข้อดีของการใช้แสงยูวีในการฆ่าเชื้อโรค..... 9

2.1.4 ปัจจัยที่มีผลต่อการทำงานของรังสีอัลตราไวโอเลต…..... 10

2.2 ไวรัส.....…….…..... 16

2.2.1 การเจริญเติบโตของแบคทีรีโอฟาจในห้องปฏิบัติการ..... 16

2.2.2 ประเภทของแบคทีรีโอฟาจ……..……..... 18

2.2.3 การขยายพันธุ์ของไวรัส……..……..... 18

2.2.4 การขยายพันธ์ของแบคทีรีโอฟาจ……..…..……..... 21

2.2.5 การตรวจสอบไวรัส……..…..……..... 26

2.2.6ไวรัสที่พบในน้ำ……..……..……..... 27

2.2.7 การใช้โคลิฟาจเป็นตัวบ่งชี้การปนเปื้อนในน้ำ……. 30

2.2.8 ประสิทธิภาพการกำจัดโคลิฟาจ……..……..... 31

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.3 สารประกอบอินทรีย์ธรรมชาติ..... 32
2.3.1 สารประกอบอินทรีย์ Humic Acid..... 32
2.3.2 สารประกอบอินทรีย์ Tannic Acid..... 34
2.3.3 สารประกอบอินทรีย์ Lignin..... 36
2.4 การศึกษาที่ผ่านมา..... 39
บทที่ 3 แผนการและการดำเนินการวิจัย..... 45
3.1 แผนการวิจัย..... 45
3.2 น้ำดิบที่ใช้ในการทดลอง..... 46
3.3 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง..... 48
3.4 วิธีการดำเนินการวิจัย..... 49
3.5 การเตรียมการทดลอง..... 52
บทที่ 4 ผลการทดลองและการวิจารณ์ผล..... 56
4.1 ตัวอย่างในการวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์การกำจัดโคลิฟาจ..... 57
4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาการวนครบรอบ กับระยะเวลาที่น้ำสัมผัสรังสี..... 58
4.3 ผลของเวลาที่น้ำดิบสัมผัสกับรังสีที่มีต่อประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ..... 59
4.4 ผลของความเข้มข้นของสารปนเปื้อนที่มีผลต่อประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ..... 59
4.4.1 กรณีที่มีสารปนเปื้อนในน้ำดิบเพียงชนิดเดียว..... 59
1. ความขุ่น..... 59
2. HUMIC ACID..... 61
3. TANNIC ACID..... 62
4. LIGNIN..... 63
4.4.2 กรณีที่มีสารปนเปื้อนในน้ำสองชนิด..... 65
1. ความขุ่นกับ Humic acid..... 65
2. ความขุ่นกับ Tannic acid..... 67

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3. ความขุ่นกับ Lignin……..…… 69
4. Humic acid กับ Tanninc acid……...……...…… 71
5. Humic acid กับ Lignin…….…….……. 73
4.4.3 กรณีที่มีสารปนเปื้อนในน้ำสามชนิด..... 76
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ…….....…….…… 81
สรุปผลการวิจัย……...……... 81
ข้อเสนอแนะ…….……...…….. 82
รายการอ้างอิง……..……..…….....……. 83
ภาคผนวก..... 88
ภาคผนวก ก การทำความสะอาด การเตรียม และการสเตอริไลส์เครื่องแก้ว…….. 89
ภาคผนวก ข อาหารเพาะเชื้อและการเตรียม……..…….…..... 92
ภาคผนวก ค การย้อมแบคทีเรียแบบแกรม……...……..... 94
ภาคผนวก ง การแยกแบคทีเรียสายพันธุ์บริสุทธิ์ ด้วยวิธี Streak plate…….……... 96
ภาคผนวก จ ข้อมูลจากการทดลอง.....……. 97
ประวัติผู้เขียน.....…… 203

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 แสดงค่าพลังงานในแต่ละชนิดของแรงยึดเหนี่ยวระหว่างมวลต่างๆ..…… 14
ตารางที่ 2.2 แสดงลักษณะและขนาดของไวรัสในแบคทีเรีย ..……..…….. 57
ตารางที่ 2.3 โรคต่างๆที่อาจเกิดขึ้นโดย Human Entric Viruses..…… . 28
ตารางที่ 2.4 การเปรียบเทียบหน่วยในรูปของเปอร์เซ็นต์และล็อก……..…….. 31
ตารางที่ 4.1 ตัวอย่างแสดงผลการทดลองชุดที่ 1 กรณีที่น้ำดิบไม่มีสารปนเปื้อน 57
ตารางที่ 4.2 ตัวอย่างตารางการหาค่า k เฉลี่ยของน้ำดิบที่ไม่มีสารปนเปื้อน 58
ตารางที่ 4.3 ตัวอย่างตารางค่า k ที่ความขุ่นต่างๆ 58
ตารางที่ 4.4 ค่าความสัมพันธ์ของ Ko , A จากสมการ 76

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 2.1 ความสัมพันธ์ของความยาวคลื่นต่อประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อโรค……..…… 7
รูปที่ 2.2 เปรียบเทียบประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อโรคด้วยรังสี UV กับโอโซน
และคลอรีน..... 8
รูปที่ 2.3 กราฟระหว่าง EFFLUENT FECAL COLIFORM กับ UV DOSE ……..... 13
รูปที่ 2.4 ภาพแสดงหลอดกำเนิดรังสี .....……..….….... 14
รูปที่ 2.5 Bacteriophage plaques.....…….. 17
รูปที่ 2.6 รูปร่าง ลักษณะขนาดของแบคทีริโอฟาจที่พบได้บ่อย.....……...…… 18
รูปที่ 2.7 แบคทีริโอฟาจที่เป็น complex virus.....……..……... 19
รูปที่ 2.8 การดูดติดกับผนังเซล และการทะลุเข้าสู่เซลอีโคไลของแบคทีริโอฟาจ T-2……..… 23
รูปที่ 2.9 การขยายพันธุ์ของไวรัส..... 24
รูปที่ 2.10 One-step growth cruve ของแบคทีริโอฟาจ ชนิด T-2……..…… 24
รูปที่ 2.11 เส้นทางการติดเชื้อไวรัสกลับสู่มนุษย์..... 29
รูปที่ 2.12 โครงสร้างโมเลกุลของกรดฮิวมิค..... 32
รูปที่ 2.13 โครงสร้างโมเลกุลของกรด Fulvic acid..... 33
รูปที่ 2.14 เปรียบเทียบความเข้มข้นของสีของสารประกอบฮิวมิค..... 33
รูปที่ 2.15 รูปโครงสร้างโมเลกุลของ Hydrolyzable Tannins แบบหนึ่งซึ่งเรียกว่า
corilagin …….. 34
รูปที่ 2.16 รูปโครงสร้างโมเลกุลของ Tannins……..…… 35
รูปที่ 2.17 รูปโครงสร้างโมเลกุลของ Tannins……..…… 36
รูปที่ 2.18 ความสัมพันธ์กันของ Humic acid และ Lignin……..……. 37
รูปที่ 2.19 รูปโครงสร้างตัวอย่างของ Lignin…… 38
รูปที่ 3.1 เครื่องกำเนิดรังสีอัลตราไวโอเลตที่ใช้ในการวิจัย..... 47
รูปที่ 3.2 แผนภาพแสดงการติดตั้งเครื่องมืออุปกรณ์ในการวิจัย..... 48
รูปที่ 4.1 ตัวอย่างกราฟการหาสมการของแส้นแนวโน้ม..... 57
รูปที่ 4.2 กราฟการลดลงของค่า k (n=3) ที่ปริมาณค่าความขุ่นต่างๆ..... 60
รูปที่ 4.3 กราฟการลดลงของค่า k (n=3) ที่ปริมาณค่าความเข้มข้นของ
Humic acid ต่างๆ..... 62

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 4.4 กราฟการลดลงของค่า k (n=3) ที่ปริมาณค่าความเข้มข้นของ Tannic acid ต่างๆ..... 63
รูปที่ 4.5 กราฟการลดลงของค่า k (n=3) ที่ปริมาณค่าความเข้มข้นของ Lignin ต่างๆ 65
รูปที่ 4.6 กราฟการลดลงของค่า k (n=3) ที่ปริมาณค่าความขุ่นเท่ากับ 5, 10, 20, 30 NTU และความเข้มข้นของ Humic acidต่างๆ..... 67
รูปที่ 4.7 กราฟการลดลงของค่า k (n=3) ที่ปริมาณค่าความขุ่นเท่ากับ 5, 10, 20, 30 NTU และความเข้มข้นของ Tannic acid ต่างๆ..... 69
รูปที่ 4.8 กราฟการลดลงของค่า k (n=3) ที่ปริมาณค่าความขุ่นเท่ากับ 5, 10, 20, 30 NTU และความเข้มข้นของ Lignin ต่างๆ..... 71
รูปที่ 4.9 กราฟการลดลงของค่า k (n=3) ที่ปริมาณค่าความเข้มข้นของ Humic acid เท่ากับ 0.5,1.0,3.0,5.0 mg/l และความเข้มข้นของ Tannic acidต่างๆ..... 73
รูปที่ 4.10 กราฟการลดลงของค่า k (n=3)ที่ปริมาณค่าความเข้มข้นของ Humic acid เท่ากับ 0.5,1.0,3.0,5.0 mg/l และความเข้มข้นของ Lignin ต่างๆ..... 75
รูปที่ 4.11 กราฟการลดลงของค่า k (n=3) ที่ปริมาณค่าความเข้มข้นของ Tannic acid 0.5 mg/l และ Humic acid และ Lignin ความเข้มข้นต่างๆ..... 78
รูปที่ 4.12 กราฟการลดลงของค่า k (n=3) ที่ปริมาณค่าความเข้มข้นของ Tannic acid 1.0 mg/l และ Humic acid และ Lignin ความเข้มข้นต่างๆ..... 79
รูปที่ 4.13 กราฟการลดลงของค่า k (n=3) ที่ปริมาณค่าความเข้มข้นของ Tannic acid 3.0 mg/l และ Humic acid และ Lignin ความเข้มข้นต่างๆ 79
รูปที่ 4.14 กราฟการลดลงของค่า k (n=3) ที่ปริมาณค่าความเข้มข้นของ Tannic acid 5.0 mg/l และ Humic acid และ Lignin ความเข้มข้นต่างๆ 80

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมา

นับตั้งแต่ปี ค.ศ.1774 ที่มีนักเคมีชาวสวีเดนผู้หนึ่งได้ประสบความสำเร็จ สามารถค้นพบธาตุคลอไรด์(Cl)ที่มีอยู่ในธรรมชาติได้เป็นผลสำเร็จ นับต่อจากนั้นเป็นต้นมาจึงเป็นจุดเริ่มต้นที่ทำให้นักวิทยาศาสตร์ทั่วไปได้รู้จักและพยายามศึกษาค้นคว้าต่อมา จนกระทั่งสามารถค้นพบสารประกอบต่างๆของคลอไรด์ใหม่ขึ้นมามากมายและในปีค.ศ.1800โดยนักวิทยาศาสตร์จากประเทศฝรั่งเศสและนักวิทยาศาสตร์จากประเทศอังกฤษ ก็สามารถค้นพบคลอรีนได้เป็นผลสำเร็จ (Clifford, 1978) และหลังจากการค้นพบคลอรีนแล้วนั้น จึงมีการพบต่อมาว่าคลอรีนนี้มีความสามารถในการฆ่าเชื้อโรคที่ปนเปื้อนอยู่ในน้ำได้ ทำให้มีการพัฒนานำไปใช้ประโยชน์กันอย่างกว้างขวางในกระบวนการทำความสะอาดน้ำ ซึ่งการฆ่าเชื้อโรคด้วยคลอรีนนี้นับว่าเป็นวิธีที่ประหยัดที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการอื่นๆในขณะนั้น อีกทั้งการฆ่าเชื้อโรคด้วยคลอรีนนี้ยังพบว่ามีปริมาณคลอรีนเหลือตกค้าง (Chlorine residual) อยู่ในน้ำ ซึ่งทำให้ยังคงมีฤทธิ์ที่สามารถฆ่าเชื้อโรคได้ จึงเป็นข้อได้เปรียบของการฆ่าเชื้อโรคด้วยสารเคมีที่เหนือกว่าการฆ่าเชื้อโรคด้วยวิธีทางกายภาพ แต่ถึงกระนั้นก็ตามความสามารถในการฆ่าเชื้อโรคของคลอรีนก็ยังมีข้อด้อยอยู่อีก 2 ประการด้วยกันคือ 1) คลอรีนไม่สามารถกำจัดไวรัสที่มีอยู่ในน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพ และ 2) เมื่อมีคลอรีนเหลือตกค้างอยู่ในน้ำจะทำให้เกิดปฏิกิริยาทางเคมีของคลอรีนกับสารอินทรีย์ที่มีอยู่โดยทั่วไปในน้ำนั้น และก่อให้เกิดสารประกอบที่เป็นพิษชนิดใหม่ขึ้นเรียกว่า Trihalomethane ซึ่งเป็นสารประกอบของคลอรีนที่มีพิษต่อมนุษย์ (Wiedenmann และคณะ , 1993) ดังนั้นนักวิทยาศาสตร์รุ่นใหม่ๆ จึงพยายามที่จะหาวิธีการอื่นๆที่จะนำมาทดแทนการใช้คลอรีน โดยจุดสำคัญของวิธีการใหม่นี้จะต้องไม่ก่อให้เกิดสารพิษตกค้างในน้ำที่ทำการบำบัดดังเช่นคลอรีน รวมไปถึงสามารถกำจัดไวรัสได้ในประสิทธิภาพที่สูง อีกทั้งจะต้องมีค่าใช้จ่ายในการดำเนินการไม่สูงมากนักด้วย ทำให้มีการทดลองหาสารเคมีอื่นๆมาทดแทน เช่น โอโซน โปแตสเซียมเปอร์แมงกาเนต เงิน และยังรวมไปจนถึงทดลองใช้การฆ่าเชื้อโรคโดยวิธีทางกายภาพ เช่น การใช้ความร้อน หรือ รังสีอัลตราไวโอเลต (ultraviolet radiation)

จากการทดลองต่างๆเกี่ยวกับการใช้รังสีที่ผ่านมาพบว่า การใช้รังสีอัลตราไวโอเลต ในการฆ่าเชื้อโรคสามารถให้ผลเป็นที่น่าพอใจอย่างยิ่ง เนื่องจากการใช้รังสีจะไม่ก่อให้เกิดสิ่งตกค้างในน้ำที่ทำการบำบัด ไม่ว่าจะเป็นเรื่อง สี กลิ่น หรือ รส และ ยังไม่ทำปฏิกิริยากับสารต่างๆในน้ำ ก่อให้เกิดสารประกอบที่เป็นพิษขึ้น นอกจากนั้นประสิทธิภาพในการกำจัดไวรัสยังสูงเป็นที่น่าพอใจอีกด้วย ทำให้การศึกษาถึงผลของสารอินทรีย์ที่มีอยู่ในน้ำที่มีต่อประสิทธิภาพในการกำจัดไวรัสในน้ำจึงเป็นสิ่งที่น่าสนใจที่จะทำการศึกษาวิจัยต่อไป ในปัจจุบันมีการเจริญเติบโตของแหล่งชุมชนขึ้นอย่างรวดเร็ว ทำให้แหล่งน้ำดิบต่างๆ ซึ่งแต่เดิมเป็นแหล่งน้ำที่ใช้สำหรับผลิตน้ำประปา หรือ น้ำดื่ม น้ำใช้ เริ่มมีการปนเปื้อนของสารต่างๆมากขึ้น ทั้งสารอินทรีย์ สารอนินทรีย์ และเชื้อโรคต่างๆ โดยที่เมื่อน้ำนั้นมีปริมาณสารต่างๆปนเปื้อนสูงขึ้น ความเข้มข้นของสารบางชนิดที่สะสมอยู่ในน้ำอาจสูงเกินความสามารถของธรรมชาติในการที่จะฟื้นคืนสู่สภาพเดิมได้ ทำให้กระบวนการในการบำบัดน้ำมีความยุ่งยากมากขึ้นตามไปด้วย ในกระบวนการผลิตน้ำประปาโดยทั่วไปกระบวนการฆ่าเชื้อโรคต่างๆในน้ำจะมีการใช้คลอรีนอยู่เสมอๆ ซึ่งหากในน้ำดิบมีการปนเปื้อนของเชื้อโรคมากขึ้นจะทำให้มีการใช้ปริมาณคลอรีนมากขึ้นตามไปด้วยและทำให้มีโอกาสเกิดสารประกอบ Trihalomethane มากขึ้นตามไปด้วยเช่นกัน แต่ถึงอย่างไรก็ตามการพยายามใช้รังสีในการบำบัดน้ำที่ปนเปื้อนเชื้อโรคแทนการใช้คลอรีน ก็ยังมีอุปสรรคที่สำคัญคือ 1) การฆ่าเชื้อโรคด้วยรังสีจะไม่มีฤทธิ์ตกค้างอยู่ในน้ำเช่นเดียวกับการฆ่าเชื้อโรคด้วยสารเคมี 2) ความสัมพันธ์ของสารอินทรีย์ และความขุ่น ที่มีอยู่ในน้ำนั้นจะมีผลโดยตรงต่อประสิทธิภาพในการกำจัดเชื้อโรคในน้ำ ดังนั้นหากในการทดลองสามารถอธิบายถึงความสัมพันธ์ขั้นต้นได้ ในอนาคตการใช้รังสีอัลตราไวโอเลตในการกำจัดไวรัสในน้ำอาจมีการใช้อย่างกว้างขวางก็เป็นได้

ดังนั้นในการวิจัยนี้จะศึกษาถึงประสิทธิภาพของรังสีอัลตราไวโอเลต (ซึ่งได้มาจากหลอดรังสีอัลตราไวโอเลตชนิดความดันต่ำ) ในการบำบัดน้ำดิบที่ปนเปื้อนไวรัส (ในการวิจัยนี้ใช้โคลิฟาจเป็นตัวแทน) รวมถึงศึกษาผลของสารปนเปื้อนต่างๆ (ความขุ่น และ สารอินทรีย์ธรรมชาติ คือ Humic Acid , Tannic Acid และ Lignin) ในน้ำที่มีต่อประสิทธิภาพในการบำบัด

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 ศึกษาถึงประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำดิบซึ่งปนเปื้อนโคลิฟาจด้วยรังสีอัลตราไวโอเลต(โดยได้รังสีมาจากหลอดรังสีอัลตราไวโอเลตชนิดความดันต่ำ) ณ ระยะเวลาที่น้ำดิบสัมผัสกับรังสีอัลตราไวโอเลตที่ค่าต่างๆ

1.2.2 ศึกษาถึงประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำดิบซึ่งปนเปื้อนโคลิฟาจด้วยรังสีอัลตราไวโอเลตที่เปลี่ยนแปลงไป เมื่อน้ำดิบมีการปนเปื้อนด้วย ความขุ่น, Humic Acid,Lignin และ Tannic Acid ณ ระยะเวลาที่น้ำดิบสัมผัสกับรังสีอัลตราไวโอเลตที่ค่าต่างๆ

1.2.3 ศึกษาเปรียบเทียบถึงอัตรา Inactivation ของโคลิฟาจโดยรังสีอัลตราไวโอเลต ในน้ำดิบที่มีการเปลี่ยนแปลงชนิดและความเข้มข้นของสารปนเปื้อนต่างๆ

1.3 ขอบเขตการศึกษา

ในการวิจัยครั้งนี้งานทดลองจะกระทำในห้องปฏิบัติการของภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และห้องปฏิบัติการทางจุลชีวของบริษัท อาควานิชิ ฮาร่า คอร์ปอเรชั่น จำกัด โดยไวรัส (แบคทีริโอฟาจ) ที่ใช้ในการทดลองคือ โคลิฟาจ (coliphage) เนื่องจากเป็นไวรัสที่มีอีโคไลเป็นเซลผู้ให้อาศัย ทำให้สามารถใช้เป็นตัวบ่งชี้ถึงการปนเปื้อนของอีโคไลในแหล่งน้ำนั้นได้ และยังเป็นไวรัสชนิดที่ไม่ก่อให้เกิดโรค (non-pathogenic) โดยเชื้อไวรัสที่จะใช้ในการทดลองนี้จะได้มาจากการเก็บตัวอย่างจากธรรมชาตินำมาเพาะเลี้ยงในจานเพาะเลี้ยงและทำการคัดแยกสายพันธุ์จนได้สายพันธุ์ที่บริสุทธิ์ จากนั้นจึงนำมาเพาะเลี้ยงเพื่อเพิ่มจำนวนพร้อมเก็บรักษาไว้ใช้ในการทดลอง จึงทำให้สามารถทราบปริมาณของเชื้อไวรัสที่จะใช้ในการทดลองได้ และน้ำดิบที่ใช้ในการทดลองจะใช้น้ำที่ผ่านการกรองด้วยเครื่องREVERSE OSMOSISเนื่องจากสามารถควบคุมสารปนเปื้อนต่างๆที่มีอยู่ในน้ำได้ โดยขอบเขตของการศึกษาจะครอบคลุมถึง

1.3.1 การตรวจวิเคราะห์หาการเปลี่ยนแปลงปริมาณของโคลิฟาจในน้ำดิบสังเคราะห์ที่เตรียมขึ้นเมื่อสัมผัสรังสีอัลตราไวโอเลตที่ระยะเวลาต่างๆ เพื่อนำค่าปริมาณโคลิฟาจที่เหลืออยู่ในน้ำมาเขียนกราฟความสัมพันธ์แสดงอัตรา Inactivation ของโคลิฟาจโดยรังสีอัลตราไวโอเลต

1.3.2 การเปลี่ยนแปลงชนิดและความเข้มข้นของสารปนเปื้อนต่างๆ ในน้ำดิบสังเคราะห์ คือ

- ความขุ่น (5 , 10 , 20 , 30 เอ็นทียู)
- สารอินทรีย์ คือ HUMIC ACID (0.5 , 1.0 , 3.0 , 5.0 mg/l)

- สารอินทรีย์ คือ LIGNIN ซึ่งเตรียมจาก SODIUM LIGNIN SULFONATE (0.5 , 1.0 , 3.0 , 5.0 mg/l)
- สารอินทรีย์ คือ TANNIC ACID (0.5 , 1.0 , 3.0 mg/l)
- ความขุ่น และ HUMIC ACID
- ความขุ่น และ LIGNIN
- ความขุ่น และ TANNIC ACID
- HUMIC ACID และ TANNIC ACID
- HUMIC ACID และ LIGNIN
- HUMIC ACID , LIGNIN และ TANNIC ACID

พร้อมทั้งตรวจวิเคราะห์หาการเปลี่ยนแปลงปริมาณของโคลิฟาจในน้ำดิบสังเคราะห์ที่เตรียมขึ้น เมื่อสัมผัสรังสีอัลตราไวโอเลตที่ระยะเวลาต่างๆ

โดยทั้งนี้จะควบคุมพารามิเตอร์อื่นๆให้คงที่ เช่น ความเข้มข้นเริ่มต้นของเชื้อโคลิฟาจ(10^6-10^7พีเอฟยู/มิลลิลิตร) อุณหภูมิของน้ำดิบ ความเร็วของน้ำดิบที่ไหลผ่านหลอดรังสีอัลตราไวโอเลต ความเข้มของรังสีอัลตราไวโอเลต เป็นต้น

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2

ทฤษฎี และสมมติฐาน

2.1 รังสีอัลตราไวโอเลต (Ultraviolet Radiation, UV)

รังสีอัลตราไวโอเลตเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าชนิดหนึ่ง ซึ่งมีความยาวคลื่นสั้นกว่าความยาวคลื่นช่วงแสงที่ตาของมนุษย์จะมองเห็นได้ แต่ถึงอย่างไรก็ตามรังสีอัลตราไวโอเลตนี้ก็มีคุณสมบัติเหมือนคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าอื่นๆ คือ มีความเร็วเท่ากับความเร็วของแสงและเป็นที่ทราบมานานแล้วว่ารังสีอัลตราไวโอเลตนี้มีอยู่ในแสงอาทิตย์ซึ่งมีความสามารถในการฆ่าเชื้อโรคด้วยเช่นกัน แต่รังสีต่างๆซึ่งมีต้นกำเนิดมาจากดวงอาทิตย์นี้ส่วนใหญ่มักถูกดูดกลืน,หักเหหรือสะท้อนออกไปโดยชั้นบรรยากาศซึ่งห่อหุ้มโลกอยู่ (บรรยากาศชั้นเทอร์โมสเฟียร์ และชั้นบนของเมโซฟอส) ก่อนที่จะผ่านลงมาถึงพื้นผิวโลกได้ ทำให้รังสีที่สามารถผ่านลงมาถึงพื้นผิวโลกได้มีเพียงร้อยละ49ของรังสีทั้งหมดเท่านั้น และรังสีที่ผ่านลงมาได้นี้ส่วนใหญ่เป็นรังสีอินฟราเรด (infrared) ถึงร้อยละ46 และรังสีที่มองเห็นได้ (Visible light) อีกร้อยละ45 คงเหลือเป็นรังสีอัลตราไวโอเลตเพียงร้อยละ 9

มนุษย์สามารถสร้างรังสีอัลตราไวโอเลตได้โดยอาศัยหลอดไฟชนิดพิเศษซึ่งภายในบรรจุไอระเหยของสารปรอท (Geo., 1978) ซึ่งลักษณะของหลอดจะคล้ายกับหลอดไฟ fluorescent เพียงแต่ผนังภายในของหลอดไม่ได้ฉาบสาร phosphorescent (ที่ซึ่งทำหน้าที่เปลี่ยนรังสีอัลตราไวโอเลตให้เป็นแสงสีขาวที่สายตามนุษย์สามารถมองเห็นได้) (Jay H. Lehr และคณะ, 1980) หลอดไฟยูวีที่ทำขึ้นมาขายเพื่อใช้ฆ่าเชื้อโรคในน้ำมักให้กำเนิดคลื่นที่มีความยาวคลื่นประมาณ 253.7 นาโนเมตร โดยแก้วที่ใช้ทำหลอดต้องเป็นแก้วพิเศษที่ยอมให้แสงยูวีส่องผ่านได้ตลอด เช่น Quartz หรือแก้วที่มีเนื้อซิลิกาสูงมากๆเป็นต้นโดยธรรมชาติตาของมนุษย์ไม่สามารถมองเห็นรังสีอัลตราไวโอเลตได้แต่รังสีนี้อาจทำให้วัสดุสีขาวมีความจ้าขึ้นได้ (มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์, 2527)

คลื่นแสงยูวีมีความยาวคลื่นตั้งแต่ 1,000 - 3,900 แองสตรอม (Angstrom หรือ A^{o} โดยที่ 1 เซ็นติเมตร หรือประมาณ 0.4 นิ้ว มีค่าเท่ากับ 100,000,000 angstrom) ซึ่งสามารถแบ่งชนิดของรังสีอัลตราไวโอเลตออกได้ 4 ช่วงตามความยาวคลื่น ดังนี้คือ

- **ช่วงคลื่นยาวหรือ UV-A** (ตั้งแต่ 3,200 - 3,900 A^{o}) รังสีในช่วงนี้ไม่ทำอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต และสามารถพบได้ในแสงแดดที่ส่องผ่านชั้นบรรยากาศลงมาถึงพื้นผิวโลก เนื่องจากก๊าซโอโซนในชั้นบรรยากาศสตราโตสเฟียร์ซึ่งห่อหุ้มโลกอยู่สามารถดูดกลืนได้น้อยมาก มีอำนาจในการฆ่าเชื้อโรคได้ต่ำ

- **ช่วงคลื่นปานกลาง หรือ UV-B** (ตั้งแต่ 2,800 - 3,200 A^{o}) รังสีในช่วงนี้เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตหลายประเภท และรังสีช่วงนี้สามารถพบได้ในแสงแดดซึ่งส่องลงมาถึงผิวโลก เนื่องจากก๊าซโอโซนในชั้นบรรยากาศสามารถดูดกลืนไว้ได้เป็นเพียงบางส่วนเท่านั้น ซึ่งถือได้ว่ามีอำนาจฆ่าเชื้อโรคได้ถ้ามีเวลาสัมผัสพอเพียงและเป็นแสงสำหรับอาบแดดเพื่อให้ผิวคล้ำ

- **ช่วงคลื่นสั้น หรือ UV-C** (ตั้งแต่ 2,000 - 2,800 A^{o}) รังสีในช่วงนี้เป็นอันตรายอย่างยิ่งต่อสิ่งมีชีวิต จึงถือได้ว่ามีความสามารถใช้ในการฆ่าเชื้อโรคในน้ำได้ดีที่สุด แต่ตามปกติจะไม่พบในแสงแดดซึ่งส่องลงมาถึงผิวโลก เนื่องจากเมื่อรังสีนี้เข้ามาถึงชั้นบรรยากาศของโลกก็จะถูกก๊าซโอโซนในชั้นสตราโทสเฟียร์ดูดกลืนไว้ทั้งหมด

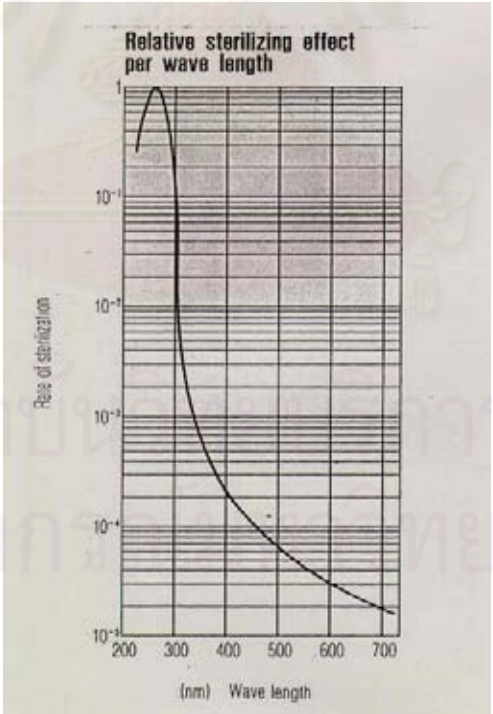
- **ช่วงคลื่นที่เรียกว่า Vacuum UV** (ตั้งแต่ 1,000 - 2,000 A^{o}) รังสีในช่วงนี้ไม่ค่อยมีการศึกษามากนักเนื่องจากไม่เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต

แต่อย่างไรก็ตามมนุษย์เพิ่งจะเริ่มนำรังสีอัลตราไวโอเลตมาใช้ในการฆ่าเชื้อโรคในน้ำเป็นครั้งแรกในปี ค.ศ. 1919 หลังจากที่ก่อนหน้าหลายปีมาแล้วที่มนุษย์ทราบว่ารังสีอัลตราไวโอเลตนี้มีความสามารถฆ่าเชื้อโรคได้ โดยในระยะเริ่มแรกนั้นมีการนำรังสีอัลตราไวโอเลตมาใช้ในการฆ่าเชื้อโรคในระบบผลิตน้ำที่ต้องการคุณภาพสูง การฆ่าเชื้อโรคโดยรังสีนี้จะเกิดขึ้นเพียงชั้นบางๆตามความสามารถที่รังสีจะผ่านไปถึงได้ แต่ในกรณีน้ำที่มีความสกปรก,ของแข็งแขวนลอยหรือสารละลายต่างๆผสมอยู่ รังสีอัลตราไวโอเลตนี้จะมีความสามารถในการฆ่าเชื้อโรคได้ต่ำมากเพียงไม่กี่มิลลิเมตรนับจากผิวน้ำลงไป ความสามารถในเรื่องการฆ่าเชื้อโรคได้ต่ำนี้เกิดขึ้นเนื่องมาจากความสามารถในการดูดกลืนรังสีของน้ำและสารต่างๆในน้ำรวมถึงการบังแสงของของแข็ง จึงได้มีความพยายามในการแก้ปัญหาโดยการพยายามกำหนดให้น้ำเสียซึ่งไหลผ่านหลอดรังสีอัลตราไวโอเลต มีลักษณะการไหลแบบราบเรียบไม่มีความปั่นป่วนและมีความลึกน้อยมากๆ แต่อย่างไรก็ตามปัญหา

อีกอย่างหนึ่งของการฆ่าเชื้อโรคโดยวิธีนี้ก็คือการจะตรวจสอบว่าน้ำเสียนั้นสัมผัสกับรังสีได้อย่างทั่วถึงหรือไม่ ซึ่งวิธีนี้จึงยังคงเป็นปัญหาทางวิศวกรรมที่จะต้องแก้ปัญหาและปรับปรุงต่อไป

โดยการที่รังสีอัลตราไวโอเลตสามารถฆ่าเชื้อโรคได้ก็เนื่องมาจากความสามารถในการดูดกลืนพลังงานจากรังสีอัลตราไวโอเลตขององค์ประกอบต่างๆที่รวมกันเป็นเซล โดยพลังงานจะกระจายไปยังส่วนต่างๆ ในลักษณะการกระตุ้นทางไฟฟ้าและเข้าไปทำลายแรงยึดเหนี่ยวทางไฟฟ้าของสารต่างๆภายในเซล โดยเฉพาะสารประกอบพวก Purine , Pyridimine Bases Thymine ซึ่งเป็นองค์ประกอบของ Nucleoproteins, Cytosine และ Uracile

โดยสรุปจากการศึกษาที่ผ่านมาทั้งหมดพบว่ารังสีอัลตราไวโอเลตที่ความยาวคลื่น 2,500-2,600 A^O เป็นช่วงความยาวคลื่นที่มีความสามารถในการฆ่าเชื้อโรคได้ดีที่สุด และความสามารถนี้จะลดลงอย่างมากเมื่อความยาวคลื่นอยู่ในช่วง 2,900 - 3,000 A^O และจะยังคงลดลงเรื่อยๆจนถึงความยาวคลื่นของแสงขาว (Visible Light) ซึ่งมีความยาวคลื่นที่ 5,000 A^O ดังแสดงในรูปที่ 2.1 และรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.1 ความสัมพันธ์ของความยาวคลื่นต่อประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อโรคของรังสีอัลตราไวโอเลต

ที่มา : Chiyoda (1996)

รูปที่ 2.2 เปรียบเทียบประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อโรคด้วยรังสีอัลตราไวโอเลตกับโอโซนและคลอรีน

ที่มา : Chiyoda (1996)

2.1.1 หลอดรังสีอัลตราไวโอเลต

หลอดกำเนิดรังสีอัลตราไวโอเลตในปัจจุบันมีอยู่ด้วยกัน 2 ชนิด คือ

2.1.1.1 หลอดรังสีอัลตราไวโอเลตชนิดความดันสูง (High-pressure lamp)

โดยหลอดความดันสูงนี้ภายในหลอดจะบรรจุด้วย argon หรือ ไอปรอท และ ขั้วหลอดแบบ epoxidated electrodes (wolfram wires coated with strontium and barium carbonates) ตัวหลอดทำจากวัสดุท่อควอทซ์ (quartz pipe) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 15 จนถึง 30 มิลลิเมตรและมีขั้วหลอดปิดอยู่ปลายทั้งสอง หลอดควอทซ์ซึ่งบรรจุปรอทที่ความดันสูง (ประมาณ 1-10 atm) เมื่อทำงานจะมีความร้อนเกิดขึ้นจนถึง 300 องศาเซลเซียส โดยหลอดชนิดนี้จะ

กำเนิดแสงขาว (visible light) , รังสีอินฟราเรด (infrared ray) และรังสีอัลตราไวโอเลตซึ่งมีความยาวคลื่นอยู่ในช่วง 365.0-366.3 นาโนเมตร

2.1.1.2 หลอดรังสีอัลตราไวโอเลตชนิดความดันต่ำ (Low-pressure lamp)

หลอดชนิดนี้สร้างขึ้นจากท่อแก้ว uviol รังสีที่เกิดขึ้นมาจากไอปรอทซึ่งบรรจุอยู่ภายในหลอดแก้วมีความดันประมาณ 0.001 atm โดยปกติหลอดชนิดนี้จะมีขนาด 15 - 60 W. ความร้อนที่เกิดขึ้นเมื่อทำงานประมาณ 40 องศาเซลเซียส หลอดความดันต่ำนี้จะมีรังสีอัลตราไวโอเลตอยู่ประมาณ70%ของรังสีที่เกิดขึ้นทั้งหมดและ60%ของรังสีอัลตราไวโอเลตที่เกิดขึ้นจะมีความยาวคลื่น 253.7 nm. ซึ่งเป็นความยาวคลื่นที่มีประสิทธิภาพสูงในการกำจัดเชื้อโรคต่างๆ

2.1.2 หน่วยที่ใช้ในการวัดปริมาณ (Dosage) ของแสงอัลตราไวโอเลตที่ให้กับน้ำ

ในขณะที่ปริมาณการใช้สารเคมีต่างๆ (Chemical Dosage) วัดหรือแสดงได้ด้วยน้ำหนัก เช่น ต้องใช้สารส้ม 50 มก./ล. หรือ 230 กก./วัน เป็นต้น แต่ปริมาณการให้แสงอัลตราไวโอเลต (UV Dosage) จะวัดได้ด้วยหน่วย ไมโครวัตต์-วินาที/ตร.ซม. ซึ่งเกิดจากผลคูณระหว่างความเข้มข้นของแสงใน 1 หน่วยพื้นที่ (หน่วยไมโครวัตต์/ตร.ซม.) กับเวลาสัมผัสระหว่างแสงและน้ำ(หน่วยวินาที) หรือเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า Ultrad ซึ่งมีค่าเท่ากับ 1 ไมโครวัตต์-วินาที/ตร.ซม. ก็ได้

จากการที่เชื้อโรคต่างๆมีความต้านทานต่อแสงยูวีได้ไม่เท่ากัน ดังนั้นความต้องการแสงยูวีเพื่อฆ่าเชื้อโรคควรมีค่าอยู่ในช่วง 3,400-8,000 ไมโครวัตต์-วินาที/ตร.ซม. อย่างไรก็ตามเพื่อให้มีความแน่ใจในการฆ่าเชื้อโรคด้วยแสงยูวีจึงควรใช้ปริมาณแสงยูวีไม่น้อยกว่า20,000ไมโครวัตต์-วินาที/ตร.ซม.ในการฆ่าเชื้อโรคในน้ำ ในกรณีเช่นนี้หลอดไฟยูวีควรให้ปริมาณแสงไม่ต่ำกว่า 30,000 ไมโครวัตต์-วินาที/ตร.ซม. ที่ความยาวคลื่น 2537 A^{O} ทั้งนี้เพราะมักมีการสูญเสียแสงยูวีบางส่วนเกิดขึ้นเสมอ

2.1.3 ขีดจำกัดและข้อดีของการใช้รังสียูวีในการฆ่าเชื้อโรค

จากการที่รังสียูวีจะสามารถฆ่าเชื้อโรคในน้ำได้ก็ต่อเมื่อเชื้อโรคนั้นสัมผัสกับรังสี ทำให้ในน้ำที่ทำการฆ่าเชื้อโรคด้วยวิธีนี้จะต้องปราศจากความขุ่นหรือสี มิเช่นนั้นจะทำให้แสงยูวีไม่สามารถ

ส่องผ่านได้ตลอดความลึกของน้ำ สาเหตุอีกอย่างหนึ่งในอดีตที่ทำให้การฆ่าเชื้อด้วยแสงยูวีไม่ได้รับความนิยมก็คือไม่สามารถบอกถึงสาเหตุของความล้มเหลวของรังสียูวีว่าเกิดขึ้นเนื่องจากหลอดเสียหรือมีความสกปรกมากั้นการส่องผ่านของรังสียูวี แต่ในปัจจุบันเราสามารถวัดระดับความเข้มของแสงได้ ทำให้สามารถทราบถึงสาเหตุของความผิดปกติของแสงยูวี และแก้ไขจุดบกพร่องได้

2.1.4 ปัจจัยที่มีผลต่อการทำงานของรังสีอัลตราไวโอเลต

2.1.4.1 ความสามารถในการดูดกลืนรังสี (Ultraviolet Absorption)

ความสามารถในการดูดกลืนรังสีหรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า "ความต้องการรังสีอัลตราไวโอเลต, UV demand" โดยสมการที่อธิบายถึงสัมประสิทธ์การดูดกลืนพลังงานจากรังสีอัลตราไวโอเลตสามารถอธิบายได้ดังนี้คือ (Lambert-Beer 's Law)

$$I / I_o = e^{-Kd} \qquad \text{.....(2.1)}$$

โดยที่

I = radiation intensity at the bottom of disinfection chamber

I_o = initial radiation intensity

K = absorption coefficient

d = distance in cm. between points of measurement of I and I_o

e = natural log base

ได้มีการศึกษาสัมประสิทธ์การดูดกลืนพลังงานจากรังสีอัตราไวโอเลต (K) พบว่ามีค่าอยู่ระหว่าง 0.052 - 0.722 โดยค่านี้จะเปลี่ยนแปลงตามลักษณะของน้ำ นอกจากนี้ ยังได้มีการศึกษาถึงผลการออกแบบหลอดไฟ ที่มีต่อ UV adsorption โดยสามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$I / I_o = \frac{r * e^{-KL}}{r + L} \qquad \text{.....(2.2)}$$

โดยที่	I	หมายถึง	ความเข้มของรังสีที่จุดใดๆ
	r	หมายถึง	รัศมีของหลอดไฟ
	L	หมายถึง	ระยะจากหลอดไฟถึงจุดมีความเข้ม I_O

2.1.4.2 ค่าความขุ่น (Turbidity)

เป็นการยากมากที่จะคาดการณ์เกี่ยวกับผลของความขุ่นในน้ำเสีย ที่มีต่อการดูดกลืนพลังงานจากรังสีอัลตราไวโอเลต แต่จากผลการศึกษาที่ผ่านได้มีความพยายามที่จะนำค่า COD มาเป็นตัวช่วยในการอธิบายถึงความสามารถในการดูดกลืนพลังงานของน้ำเสียแต่ละชนิดได้ร่วมกับค่าความขุ่น โดยได้มีการศึกษาถึงผลของค่าความขุ่นในน้ำเสียโดยที่ค่าความความขุ่นอยู่ระหว่าง 1.5 ถึง 17 JTU และมีค่า COD อยู่ระหว่าง 15 ถึง 65 มก./ลิตร พบว่าน้ำเสียที่มีค่าความขุ่นเท่ากับ 10 JTU และค่า COD เท่ากับ 65 mg/l จะมีค่าสัมประสิทธ์การดูดกลืนพลังงาน (K) สูงที่สุดคือ 0.722 แต่น้ำเสียที่มีค่าความขุ่นเท่ากับ 17 JTU และค่า COD เท่ากับ 35 mg/l จะมีค่าสัมประสิทธ์การดูดกลืนพลังงาน (K) เพียงแค่ 0.356 แต่ถึงอย่างไรก็ตามเฉพาะเพียงค่าความขุ่นเพียงตัวเดียว ยังมีความยุ่งยากมากที่จะอธิบายหาความสัมพันธ์อย่างชัดเจนในการเป็นตัวบ่งชี้ถึงค่าสัมประสิทธ์การดูดกลืนพลังงาน

2.1.4.3 การส่องผ่าน (Transmittance)

จากเหตุผลที่ว่ารังสีอัลตราไวโอเลตจะสามารถฆ่าเชื้อโรคได้ก็ต่อเมื่อเชื้อโรคนั้นสัมผัสถูกรังสี ดังนั้นค่าความสามารถในการส่องผ่านของรังสีอัลตราไวโอเลตจึงเป็นตัวบ่งชี้ตัวหนึ่งได้ว่าเชื้อโรคที่อยู่ในน้ำมีโอกาสที่จะสัมผัสถูกรังสีหรือไม่อย่างไร แต่อย่างไรก็ตามจากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าสารประกอบจำพวก สารอินทรีย์ไนโตรเจนและแอมโมเนีย ในน้ำเสียมีผลต่อค่าความสามารถในการส่องผ่านของรังสีอัลตราไวโอเลตด้วยเช่นกัน

2.1.4.4 การกลับคืนสู่สภาพปกติของจุลินทรีย์ที่ถูกรังสี UV เมื่อได้รับแสงในช่วงที่ตามองเห็นได้ (Photoreactivation)

ได้มีการทดลองทำการศึกษาเปรียบเทียบในเรื่องการกลับมาเจริญเติบโตขึ้นใหม่ของโคลิฟอร์ม (coliform regrowth) โดยนำตัวอย่างน้ำเสียซึ่งได้รับรังสีอัลตราไวโอเลตแล้ว 2 ตัวอย่างมาเก็บไว้ภายใต้แสงสว่างปกติและในที่มืดอย่างละตัวอย่างพบว่าโคลิฟอร์มจะมีการกลับมาเจริญเติบโตเพิ่มในทันทีในตัวอย่างน้ำที่เก็บไว้ภายใต้แสงสว่างปกติและไม่มีการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นในตัวอย่างน้ำที่เก็บไว้ในที่มืด โดยสรุปจากการทดลองพบว่าเพื่อป้องกันการกลับมาเจริญเติบโตขึ้นใหม่ควรต้องให้ตัวอย่างได้รับรังสีอย่างน้อย 33,000 ไมโครวัตต์-วินาที/ตร.ซม.

2.1.4.5 ความเป็นพิษเนื่องจากการได้รับรังสี (Toxicity of Radiation)

เทคโนโลยีในการฉายรังสีมีการนำไปใช้ในการทำลายอนุภาคต่างๆ ซึ่งเป็นผลทำให้อาจเกิดมีรสขึ้นในน้ำดื่มน้ำใช้ได้ ตัวอย่างเช่น รังสีเบต้าซึ่งมีความสามารถในการทำปฏิกิริยากับ geosmine & phenols ซึ่งละลายอยู่ในน้ำได้จนถึงความลึก 10 ซม.จากผิวน้ำ และจากเหตุผลดังกล่าวข้างต้นนี้รังสีอาจเป็นเหตุผลที่มีผลต่อการฆ่าเชื้อโรคด้วยรังสีอัลตราไวโอเลตเช่นเดียวกัน ดังนั้นจึงควรระวังเกี่ยวกับผลที่เกิดขึ้นเนื่องจากรังสีต่างๆ

2.1.5 อัตราการแผ่รังสีอัลตราไวโอเลตในการฆ่าเชื้อโรค

Dose ของรังสีอัลตราไวโอเลตในการฆ่าเชื้อโรคสามารถแสดงได้ในรูปของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ซึ่งมีรูปสมการดังนี้

$$dN / dt = KN^2I \qquad \text{.....(2.3)}$$

เมื่ออินทริเกตสมการดังกล่าวจะได้ว่า

$$\frac{1}{N} - \frac{1}{N_o} = KI^t \qquad \text{.....(2.4)}$$

โดย N หมายถึง ปริมาณโคลิฟอร์มที่เวลา t, MPN/100 ml

N_o หมายถึง ปริมาณโคลิฟอร์มที่จุดเริ่มต้น, MPN/100 ml

I หมายถึง ความเข้มข้นของรังสีอัลตราไวโอเลตเฉลี่ย

t หมายถึง เวลาสัมผัส

K หมายถึง ค่าคงที่

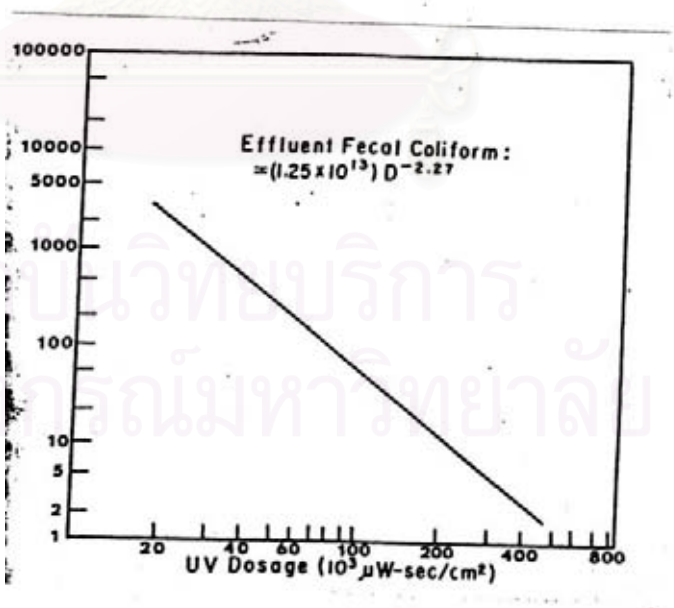
โดยทั่วไปค่า N_O จะมีค่ามากกว่า N มาก ดังนั้น พจน์ $1/N_0$ สามารถตัดทิ้งได้ ทำให้สามารถลดรูปลงเหลือเพียง

$$1/N = KI^t$$

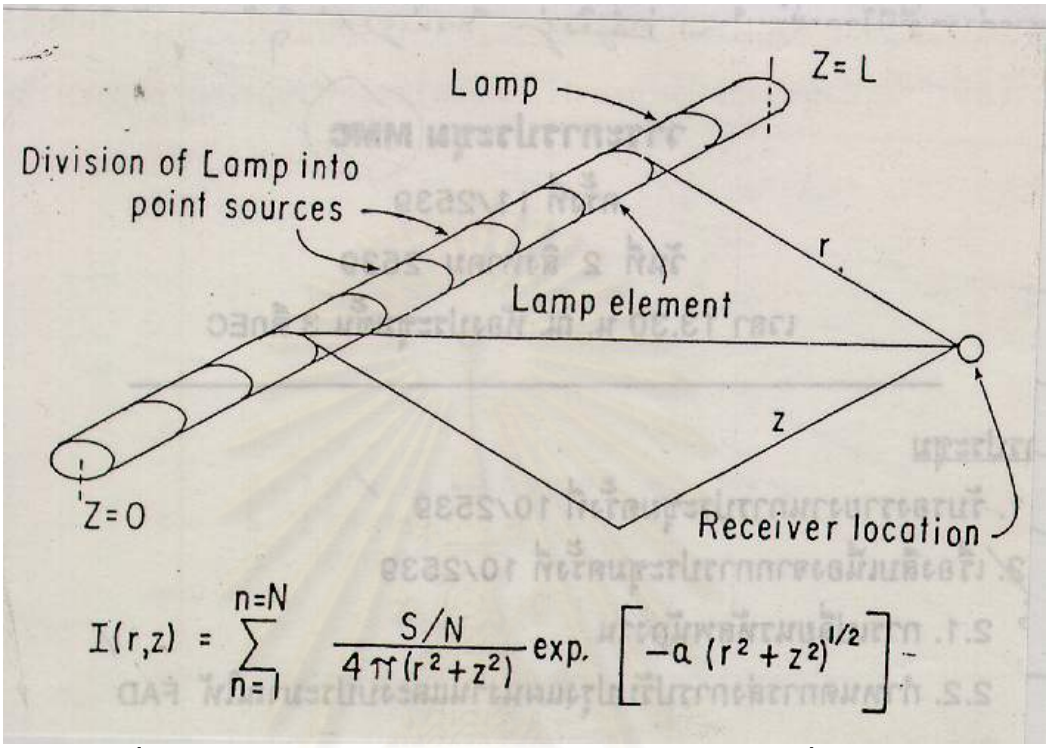
สมการข้างต้นเป็นสมการทั่วไปของการฆ่าเชื้อโรคด้วยรังสีอัลตราไวโอเลตต่อมา Scheible และ Bassei (1987)ได้ทำการทดลองหาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ง่ายขึ้น โดยทำการทดลองถึง 350 ตัวอย่างและได้สรุปแบบจำลองในรูปของสมการดังต่อไปนี้

$$\text{Effluent fecal coliform} = (1.25 \times 10^{13})(\text{UV dose})^{-2.27} \quad .....(2.5)$$

เมื่อนำมาพล็อตกราฟจะได้กราฟลักษณะเป็นเส้นตรง ดังแสดงในรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Effluent fecal coliform กับ UV dose
ที่มา : Rowe (1995)



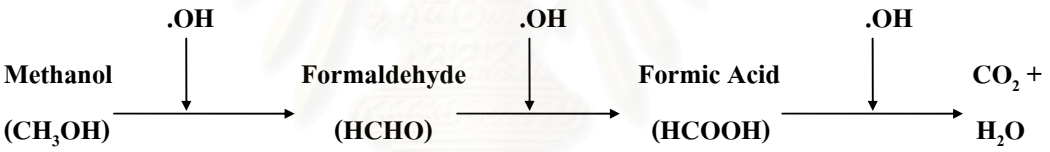
รูปที่ 2.4 ภาพแสดงสมการความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มของแสงที่ระยะห่างต่างๆ
ที่มา : Rowe (1995)

ตารางที่ 2.1 แสดงค่าพลังงานในแต่ละชนิดของแรงยึดเหนี่ยวระหว่างมวลต่างๆ
ที่มา : Chiyoda (1996)

BOND	Bond Energy(cal/mol)	BOND	Bond Energy(cal/mol)
O-O	33.2	H-Cl	103
N-N	38.4	H-H	104
C-Si	69.3	C-F	105
C-N	69.7	O-H	111
C-Cl	78.5	O=O	117
C-C	83.1	H-F	135
C-O	84.0	C=C	145
N-H	93.4	C=O	173
C-H	98.8	C=C	198

จากตารางเปรียบเทียบ แสดงความยาวคลื่นแสงสัมพันธ์กับพลังที่เกิดขึ้นต่อความยาวคลื่น และจากตารางแสดงให้เห็นถึงสารประกอบอินทรีย์ที่ซึ่งมีอะตอมประกอบรวมกัน โดยมีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างมวล ซึ่งมีค่าพลังงานอยู่ระหว่าง 50 - 150 cal/mol ซึ่งเป็นช่วงพลังงานที่อยู่ในช่วงของคลื่นรังสีอัลตราไวโอเลต ซึ่งสามารถทำลายแรงยึดเหนี่ยวได้

จากหลอดรังสีอัลตราไวโอเลตแบบความดันต่ำที่ใช้ในระบบฆ่าเชื้อโรค นอกจากจะให้กำเนิดรังสีความยาวคลื่นขนาด 253.7 nm. แล้วยังให้กำเนิดรังสีขนาดความยาวคลื่นอื่นๆอีก รวมถึงความยาวคลื่นขนาด 184.9 nm. ซึ่งความยาวคลื่นในช่วงนี้ง่ายต่อการถูกดูดกลืนในน้ำและทำปฏิกิริยากับออกซิเจน (Oxidation) และให้กำเนิด สารประกอบไฮดรอกซี่ (Hydroxy radical, OH) โดยสารประกอบนี้มีความสามารถในการย่อยสลายสารประกอบอินทรีย์ได้ รวมถึงสามารถย่อยสลายได้โดยตรงจากรังสีขนาดความยาวคลื่น 253.7 nm และ 184.9 nm. โดยตัวอย่างแผนภูมิการย่อยสลายสามารถแสดงได้ดังนี้



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.2 ไวรัส (Virus)

หลังจากปลายของศตวรรษที่ 19 ซึ่งเป็นช่วงที่ใช้คำว่า filterable virus เป็นชื่อเรียกเชื้อโรคทั้งหมดที่สามารถทะลุผ่านตัวกรองซึ่งสามารถกั้นแบคทีเรีย (bacteria) ฟังไจ (fungi) และโปรโตรซัว (protozoa) ได้ ในเวลานั้นคำว่า filterable ได้ถูกยกเลิกไปเหลือเพียงคำว่า ไวรัส ซึ่งถูกใช้อ้างอิงถึงเชื้อโรคที่ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยกล้องจุลทรรศน์ ในระหว่างช่วงสิบปีแรกของศตวรรษที่ 20 นักวิทยาศาสตร์ส่วนใหญ่เชื่อว่า ไวรัสเป็นกลุ่มพิเศษของพวกโรคติดต่อ ซึ่งแตกต่างจากพวกอื่นๆ เพียงแค่เรื่องของขนาดเท่านั้น อย่างไรก็ตามอีกไม่นานนักก็ได้มีการค้นพบว่า ไวรัสมีวิธีการเฉพาะตัวในการสืบพันธุ์ และผลิตสารเคมีเฉพาะอย่างขึ้นมา จากการที่มีกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน (electron microscope) และวิธีการวิเคราะห์ที่ทันสมัยขึ้น ก่อให้เกิดการค้นพบที่สำคัญทางด้านลักษณะของโครงสร้างและการดำเนินชีวิตของไวรัส

ไวรัสถูกพบว่าเป็นปรสิตในเซลทุกชนิด ไวรัสที่ก่อให้เกิดโรคต่อคนเป็นที่รู้จักกันมากพอสมควร โรคบางชนิดของพืชและสัตว์ที่มีความสำคัญทางการเกษตรก็ถูกพบว่ามีสาเหตุมาจากไวรัส ไวรัสสามารถเจริญเติบโตได้ทั้งในฟังไจ แบคทีเรีย และบางครั้งก็ในโปรตีส (protist) ด้วย

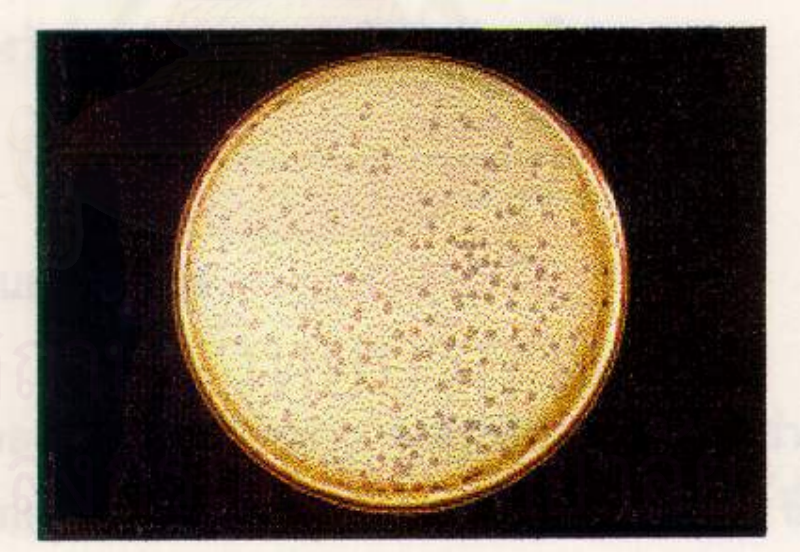
ไวรัสเป็นที่สนใจเป็นพิเศษของนักจุลชีววิทยาด้วยเหตุผลหลายประการ เช่น คุณจะพบว่าไวรัสมีความแตกต่างอย่างมากทั้งด้านโครงสร้าง และวงจรชีวิตจากจุลชีพตัวอื่นๆ เนื่องจากมียารักษาโรคเป็นจำนวนมากที่ใช้ต่อต้านการติดต่อของแบคทีเรีย แต่ยาป้องกันไวรัสมีเพียงจำนวนน้อยนิด ดังนั้น ไวรัสจึงกลายเป็นตัวแทนการรักษาที่สำคัญของโรคติดต่อในประเทศที่พัฒนาแล้ว เช่น สหรัฐอเมริกา และไวรัสยังมีส่วนที่เกี่ยวข้องกับมะเร็งบางชนิดในมนุษย์ด้วย (Tortaro et al.,1985)

2.2.1 การเจริญเติบโตของแบคทีริโอฟาจในห้องปฏิบัติการ

แบคทีริโอฟาจสามารถเจริญเติบโตได้ทั้งในแบคทีเรียที่แขวนลอยในอาหารเหลว หรือแบคทีเรียในอาหารแข็ง การใช้อาหารแข็งทำให้วิธีการนับพลัก (plaque method) มีความเป็นไปได้ในการตรวจสอบ และนับจำนวนไวรัส โดยอาศัยเพียงแค่วัตถุดิบและเครื่องมือธรรมดาๆในการทำวิธีการนี้ ซึ่งถูกพัฒนาขึ้นมาครั้งแรกสำหรับใช้กับแบคทีริโอฟาจ ตัวอย่างของแบคทีริโอฟาจจะถูกผสมด้วยแบคทีเรียผู้ให้อาศัย และวุ้นที่หลอมเหลว วุ้นกับแบคทีริโอฟาจและแบคทีเรียผู้ให้อาศัยจะถูกเทลงไปในจานเพาะเชื้อ (petri dish) ส่วนผสมของแบคทีเรียและไวรัสจะแข็งเป็นชั้น

บางๆอยู่ชั้นบนสุด ซึ่งจะประกอบด้วยชั้นของแบคทีเรียหนาประมาณ 1 เซลล์ ไวรัสแต่ละตัวจะแพร่เข้าสู่แบคทีเรีย ขยายพันธุ์ และปล่อยไวรัสตัวใหม่หลายร้อยตัวออกมา ไวรัสตัวใหม่ๆเหล่านี้ก็จะแพร่เข้าสู่แบคทีเรียตัวอื่นๆทีอยู่ใกล้ๆโดยทันทีและไวรัสตัวใหม่เป็นจำนวนมากก็จะถูกผลิตออกมา ภายหลังจากวงจรการขยายพันธุ์ของไวรัสเกิดขึ้นหลายๆครั้ง แบคทีเรียทั้งหมดในพื้นที่รอบๆไวรัสตัวแรกก็จะถูกทำลาย สิ่งนี้ทำให้เกิดจำนวนของพลักซึ่งสามารถเห็นได้จากความแตกต่างโดยรอบของการเจริญเติบโตของแบคทีเรียบนผิววุ้น (รูปที่ 2.5) ระหว่างการเกิดพลัก แบคทีเรียที่ไม่ถูกแพร่เข้าสู่ตัวเซลตัวอื่นๆก็จะขยายพันธุ์อย่างรวดเร็ว โดยการสืบพันธุ์แบบแบ่งตัวออกจากกัน และทำให้ความขุ่นเกิดขึ้นโดยรอบ

แต่ละพลักตามทฤษฎีจะแสดงถึงไวรัสหนึ่งตัวในสารแขวนลอยในตอนแรก เนื่องจากพลักหนึ่งๆสามารถเกิดขึ้นจากไวรัสมากกว่าหนึ่งตัวและไวรัสบางตัวอาจไม่ได้แพร่พันธุ์ ความเข้มข้นของไวรัสแขวนลอยจึงวัดโดยจำนวนของพลักซึ่งมักอยู่ในเทอมของ plague-forming unit (PFU)



รูปที่ 2.5 Bacteriophage plaque

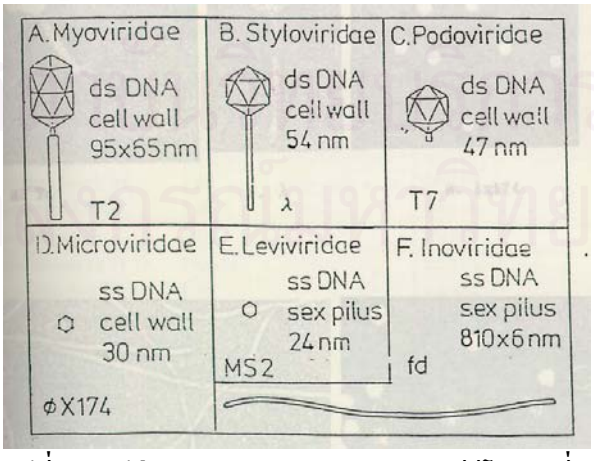
ที่มา : McKane และ Kandel (1996)

2.2.2 ประเภทของแบคทีริโอฟาจ

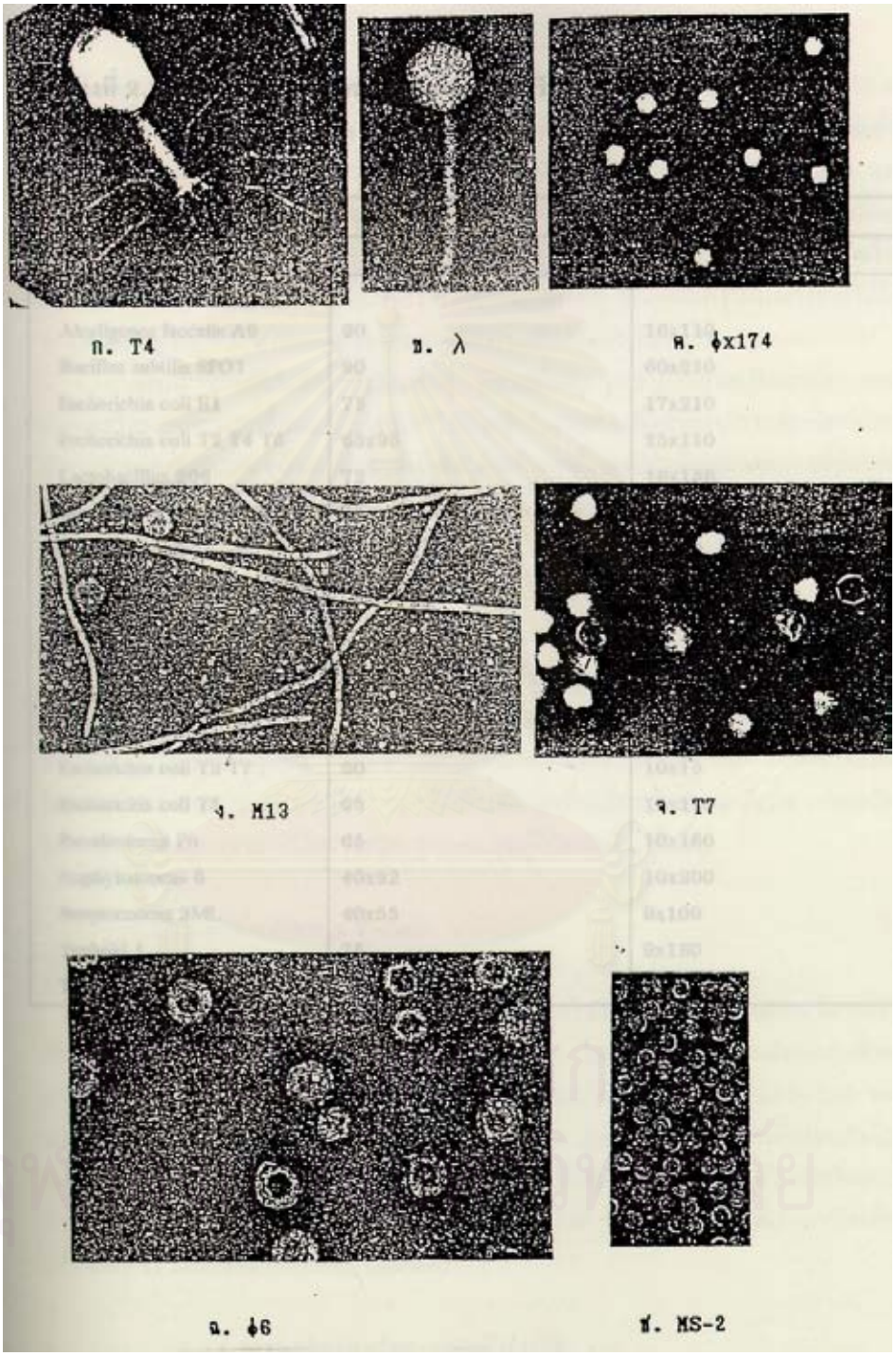
การแบ่งกลุ่มของแบคทีริโอฟาจ จะแบ่งตามลักษณะรูปร่างของ capsid ที่มองเห็นจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน และธรรมชาติของนิวคลีอิค แอซิค ซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็น 10 แฟมิลี่(families) (Mathews, 1983) แต่จะมีเพียง 6 แฟมิลี่ที่พบได้บ่อย รูปร่าง และขนาดดูได้จากรูปที่ 2.6 หรือ รูปที่ 2.7 และ จากตารางที่ 2.2

2.2.3 การขยายพันธุ์ของไวรัส (Virus Multiplication)

นิวคลีอิคแอซิดในไวรัสประกอบด้วยยีน (gene) จำนวนเพียงเล็กน้อยซึ่งจำเป็นสำหรับการประกอบไวรัสตัวใหม่เหล่านี้ รวมไปจนถึงยีนสำหรับส่วนประกอบทางโครงสร้างของไวรัส เช่น โปรตีนของ capsid และยีนสำหรับเอ็นไซม์จำนวนเล็กน้อยซึ่งใช้ในวงจรชีวิตของไวรัส เอ็นไซม์ของไวรัสส่วนใหญ่ (เอ็มไซม์ในนิวคลีอิค แอซิคของไวรัส) ไม่ใช่ส่วนหนึ่งของไวรัส พวกมันถูกสังเคราะห์ขึ้นทางเคมี และเป็นเหตุให้มีการทำงานเมื่อไวรัสอยู่ภายในเซลผู้ให้อาศัยเท่านั้น เอ็นไซม์ของไวรัสเกี่ยวข้องกับการถอดแบบ (replication) หรือกระบวนการของนิวคลีอิคแอซิคของไวรัสเกือบทั้งหมด และเกือบจะไม่เกี่ยวข้องกับกลไกของการสร้างโปรตีน หรือการผลิตพลังงานเลย ถึงแม้ว่า naked virus ที่มีขนาดเล็กที่สุดจะไม่มีเอ็นไซม์ต้นแบบ แต่ไวรัสที่มีขนาดใหญ่กว่าอาจจะมีเอ็นไซม์แค่หนึ่ง หรือมากกว่านั้นเล็กน้อยเท่านั้น ซึ่งมักจะทำงานในการช่วยให้ไวรัสทะลุผ่านเซลผู้ให้อาศัย หรือถอดแบบจากนิวคลีอิคแอซิคของตัวมันเอง



รูปที่ 2.6 รูปร่าง ลักษณะ ขนาด ของแบคทีรีโอฟาจที่พบได้บ่อย
ที่มา : McKane และ Kandel (1996)



รูปที่ 2.7 แบคทีรีโอฟาจที่เป็น complex virus

ที่มา : McKane และ Kandel (1996)

ตารางที่ 2.2 แสดงลักษณะและขนาดของไวรัสในแบคทีเรีย
ที่มา Knight (1975)

ไวรัส	ขนาด(นาโนเมตร)	
	ส่วนหัว	ส่วนหาง
ก.ฟาจมีหางที่สามารถหดได้		
Alcaligenes faecalis A6	90	16x110
Bacillus subtilis SPO1	90	60x210
Escherichia coli E1	75	17x210
Escherichia coli T2 T4 T6	65x95	25x110
Lactobacillus 206	72	16x138
Myxococcus xanthus MX1	75	25x100
Proteus hauseri 78	61	16x89
Pseudomonas aeruginosa PB1	75	20x140
ข.ฟาจมีหางที่ไม่สามารถหดได้		
Escherichia coli lambda	54	10x150
Escherichia coli T1	50	10x150
Escherichia coli T3 T7	60	10x150
Escherichia coli T5	65	10x170
Pseudomonas Po	65	10x160
Staphylococcus 6	40x92	10x300
Streptococcus 3ML	40x55	9x100
Typhoid 1	75	9x180
Typhoid S1 BL	50	10x130

ดังนั้น สำหรับไวรัสที่จะขยายพันธุ์ มันจะต้องบุกรุกเข้าไปในเซลผู้ให้อาศัย และยึดครองกลไกทางเมตาบอริซึ่มของผู้ให้อาศัย ไวรัสหนึ่งตัวสามารถเพิ่มจำนวนไวรัสที่เหมือนกันเป็นจำนวนมากอาจเป็นพันๆตัวภายในเซลผู้ให้อาศัยเพียงหนึ่งเซลเท่านั้นกระบวนการนี้ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างรุนแรงต่อเซลผู้ให้อาศัย และมักเป็นสาเหตุการตายของเซลผู้ให้อาศัย

2.2.4 การขยายพันธุ์ของแบคทีริโอฟาจ (Multiplication of Bacteriophages)

ถึงแม้ว่าวิธีที่ไวรัสเข้าและออกจากเซลผู้ให้อาศัยอาจมีหลายวิธี แต่กลไกพื้นฐานการขยายพันธุ์ของไวรัสจะเหมือนๆ กันทั้งไวรัสสัตว์ ไวรัสพืช และแบคทีริโอฟาจ วงจรชีวิตของไวรัสที่สามารถเข้าใจได้ง่ายที่สุดคือ แบคทีริโอฟาจ หรือฟาจที่ใช้เรียกกันทั่วไป เนื่องจากแบคทีริโอฟาจชนิด T-even (T2, T4 และ T6) ได้มีการศึกษากันอย่างกว้างขวาง ดังนั้นเราจะอธิบายถึงการขยายพันธุ์ของแบคทีริโอฟาจชนิด T-even ในผู้ให้อาศัยคือ อีโคไล

แบคทีริโอฟาจชนิด T-even มีขนาดใหญ่เป็น naked virus ที่ซับซ้อน โครงสร้างมีหัวและหาง ดังรูปที่ 2.7 ถึงแม้ว่าความยาวของ DNA ในแบคทีริโอฟาจจะประมาณเพียง 6 เปอร์เซ็นต์ของที่บรรจุในอีโคไล แต่แบคทีริโอฟาจก็มี DNA เพียงพอสำหรับยีนกว่า 100 หน่วย วงจรการขยายพันธุ์ของฟาจเหล่านี้เหมือนกับไวรัสทุกชนิด และสามารถแบ่งขั้นตอนสำคัญได้หลายขั้นตอน คือ การดูดติด (adsorption) การทะลุเข้าไปสู่เซล (penetration) การสังเคราะห์ส่วนประกอบของไวรัสขึ้นโดยทางชีวภาพ (biosynthesis of viral components) การโตเต็มวัย (maturation) และการออกจากเซล (release)

2.2.4.1 การดูดติดของฟาจบนเซลผู้ให้อาศัย

หลังจากการชนกันระหว่างอนุภาคฟาจ และแบคทีเรีย การดูดติดจะเกิดขึ้นระหว่างกระบวนการนี้ ส่วนการดูดติดของไวรัสจะจับติดกับส่วนรับสารประกอบบนเซลแบคทีเรีย การดูดติดนี้เป็นปฏิกิริยาทางเคมีที่มีผลต่อกันซึ่งพันธะอ่อนๆจะเกิดขึ้นระหว่างส่วนดูดติดกับส่วนรับ แบคทีริโอฟาจชนิด T-even ใช้ไฟเบอร์ (fiber) ที่อยู่ส่วนปลายของหางเป็นตัวดูดติด ส่วนรับจะอยู่บนผนังเซลของแบคทีเรีย (ฟาจชนิดอื่นดูดติดที่ flagella หรือ pili)

2.2.4.2 การทะลุเข้าสู่เซล

หลังจากการดูดติดแล้ว แบคทีริโอฟาจชนิด T-even จะฉีด DNA(นิวคลีอิด แอซิด) ของมันเข้าไปในแบคทีเรีย และเพื่อให้เกิดสิ่งนี้ หางของแบคทีริโอฟาจจะปล่อยเอ็นไซม์ที่เรียกว่าฟาจไลโซไซม์ (phage lysozyme) ซึ่งจะทำลายผนังเซลของแบคทีเรียระหว่างกระบวนการทะลุเข้าสู่เซล ปลอกหางของฟาจจะหดย่อ และแกนหางก็จะดันทะลุผ่านผนังเซล เมื่อปลายของแกนผ่านมา

ถึงเยื่อพลาสมา DNA จากหัวของแบคทีริโอฟาจจะผ่านทางแกนของหางเข้าสู่เยื่อพลาสมา และเข้าไปในเซลแบคทีเรีย capsid ของแบคทีริโอฟาจส่วนใหญ่จะยังคงอยู่ภายนอกเซลแบคทีเรีย

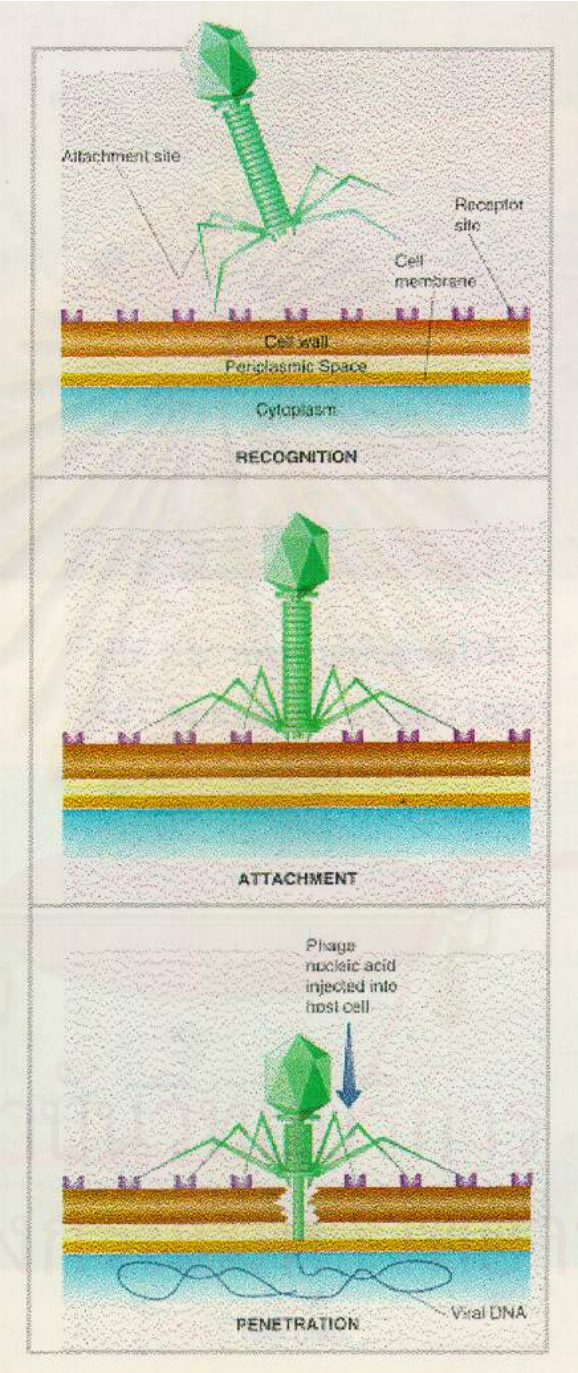
2.2.4.3 การสังเคราะห์ส่วนประกอบของไวรัสโดยทางชีวภาพ

ทันทีที่ DNA ของแบคทีริโอฟาจเข้ามาถึงไซโตพลาสซึ่ม (cytoplasm) ของเซลผู้ให้อาศัย การสังเคราะห์ขึ้นทางชีวภาพของนิวคลีอิค แอซิคของไวรัส และโปรตีน จะเกิดขึ้นในกระบวนการนี้DNAของไวรัสจะเข้าครอบครองกลไกการทำงานทางเมตาบอริคของเซลผู้ให้อาศัย การถ่ายทอด RNA จากโครโมโซมของผู้ให้อาศัยจะหยุดลง เนื่องจาก DNA ของเซลผู้ให้อาศัยถูกทำลายลง RNA ที่ถูกถ่ายทอดต่อมาคือ mRNA ซึ่งถูกถ่ายทอดมาจาก DNA ของฟาจ เนื่องจากเอ็นไซม์ของผู้ให้อาศัยยังคงทำงานอยู่ พวกมันจึงผลิตพลังงานสำหรับการสังเคราะห์ขึ้นทางชีวภาพของ DNA ของฟาจและโปรตีน พร้อมด้วยเอ็นไซม์ของผู้ให้อาศัย เอ็นไซม์ซึ่งถูกถ่ายทอดพันธุกรรมใน DNA ของฟาจจะถูกสังเคราะห์ขึ้น และถูกใช้โดยฟาจ

ในตอนแรก ฟาจจะใช้นิวคลีโอไทด์ของเซลผู้ให้อาศัย และบ่อยครั้งที่จะใช้เอ็นไซม์ของตัวมันเอง เพื่อสังเคราะห์ DNA ของฟาจ และหลังจากนั้นการสังเคราะห์โปรตีนไวรัสโดยทางชีวภาพจึงจะเริ่มขึ้น ไลโซโซม เอ็นไซม์ และ กรดอะมิโนของเซลผู้ให้อาศัยถูกใช้เพื่อการสังเคราะห์โปรตีนของไวรัส รวมทั้งโปรตีนของ capsid

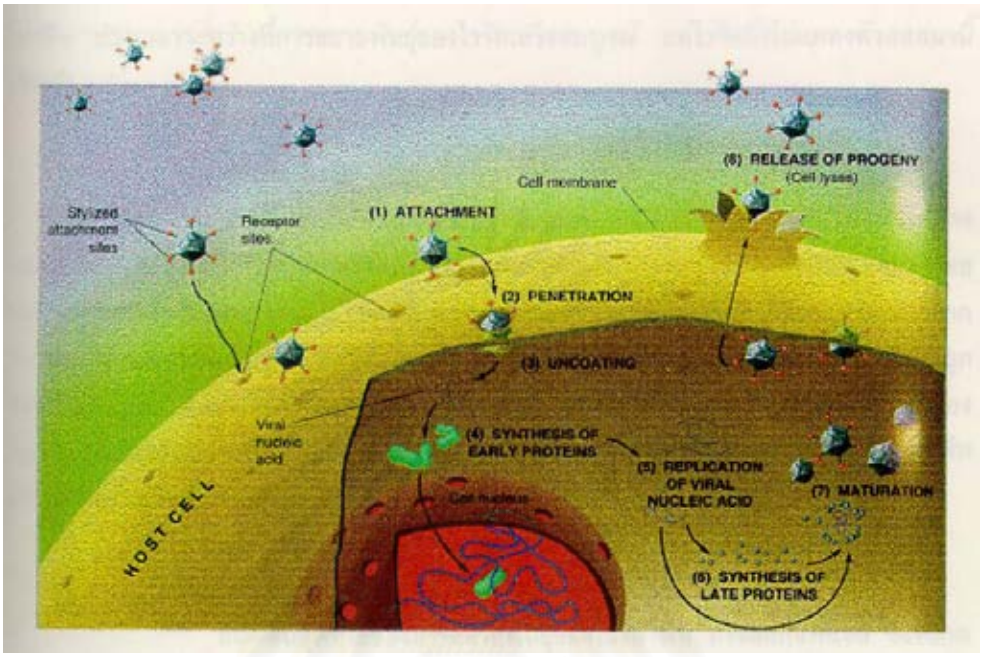
ระหว่างการทะลุเข้าสู่เซล capsid ยังคงอยู่ข้างนอก ระหว่างที่ DNA ของฟาจถูกฉีดเข้าสู่เซลผู้ให้อาศัย สิ่งนี้หมายความว่า DNA ของฟาจต้องเตรียม เท็มเพล็ท (template) สำหรับการผลิตส่วนประกอบของไวรัสทั้งหมด รวมทั้ง DNA ของฟาจตัวใหม่ mRNA ถูกถ่ายทอดจาก DNA ของฟาจเพื่อการถ่ายย้ายของเอ็มไซม์ของฟาจ และโปรตีนของ capsid

หลังจากการแพร่เข้าสู่เซลเป็นเวลาหลายนาที ฟาจที่สมบูรณ์ยังไม่สามารถถูกตรวจพบในเซลผู้ให้อาศัย มีเพียงส่วนประกอบย่อยๆที่สามารถตรวจพบได้ คือ DNA และโปรตีน ช่วงเวลาระหว่างที่การขยายพันธุ์ของไวรัสเสร็จสมบูรณ์ แต่ไวรัสยังไม่แสดงตัวออกมานี้เรียกว่า eclipse period



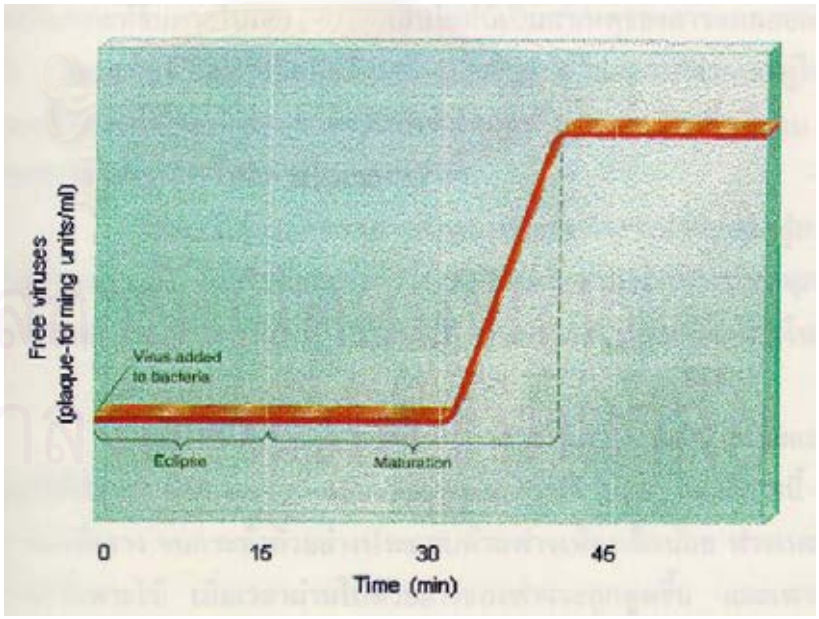
รูปที่ 2.8 การดูดติดกับผนังเซล และการทะลุเข้าสู่เซลอีโคไลของแบคทีรีโอฟาจ T-2

ที่มา : McKane และ Kandel (1996)



รูปที่ 2.9 การขยายพันธ์ของไวรัส

ที่มา : McKane และ Kandel (1996)



รูปที่ 2.10 One-step growth curve ของแบคทีรีโอฟาจชนิด T-2

ที่มา : McKane และ Kandel (1996)

2.2.4.4 ช่วงโตเต็มวัย

ช่วงถัดมาเป็นช่วงโตเต็มวัย ในกระบวนการนี้ DNA ของแบคทีริโอฟาจและcapsid จะถูกรวบรวมประกอบกันเป็นไวรัสทีสมบูรณ์ กระบวนการประกอบจะถูกชักนำโดยผลผลิตของยีนไวรัสตามลำดับขั้น ทีละขั้นตอน หัวและหางของฟาจจะถูกประกอบแยกออกจากกันโดย หน่วยย่อยของโปรตีน ส่วนหัวจะถูกประกอบด้วย DNA ของฟาจ และส่วนหางจึงจะถูกติดเข้าไป (รูปที่ 2.9) (สำหรับไวรัสตัวอย่างหลายๆตัว นิวคลีอิค แอซิค และโปรตีนของ capsid จะประกอบกันทันทีเพื่อรวมตัวเป็นไวรัส โดยปราศจากการเข้าแทรกของผลิตผลจากยีนของฟาจตัวอื่นๆ)

2.2.4.5 การออกจากเซล

ขั้นตอนสุดท้ายของการขยายพันธุ์ของไวรัส คือ การออกจากเซล ซึ่งหมายถึงการปลดปล่อยไวรัสตัวใหม่ออกจากเซลผู้ให้อาศัย โดยทั่วๆไปเทอม lysis ถูกใช้สำหรับขั้นตอนนี้ในการขยายพันธุ์ของฟาจชนิด T-even ไลโซไซม์เจ้าของโค้ดซึ่งถูกเตรียมไว้โดยยีนของฟาจจะถูกสังเคราะห์ขึ้นภายในเซล เอ็มไซม์นี้เป็นสาเหตุของการแตกออกของผนังเซลแบคทีเรีย และแบคทีริโอฟาจที่ผลิตขึ้นมาใหม่ก็จะถูกปล่อยออกจากเซลผู้ให้อาศัย (รูปที่ 2.9) แบคทีริโอฟาจที่ถูกปล่อยออกมาจะแพร่เข้าสู่เซลอื่นๆที่อยู่ในพื้นที่รอบๆและวงจรการขยายพันธุ์ของไวรัสก็จะเริ่มใหม่ภายในเซลนั้น

เวลาที่ใช้ตั้งแต่การเกาะติดของฟาจจนถึงการปล่อยออกสู่ภายนอก เรียกว่า เบิร์สทไทม์ (burst time) และเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 20 ถึง 40 นาที จำนวนของอนุภาคฟาจตัวใหม่ที่ปล่อยออกจากเซลๆเดียว เรียกว่า เบิร์สทไซส์ (burst size) และมักจะอยู่ในช่วงจาก 50 ถึง 200 ตัว

ช่วงต่างๆ ที่เกิดขึ้นในการขยายพันธุ์ของฟาจสามารถแสดงได้จาก การทดลองในรูปที่เรียกว่า one-step growth experiment (รูปที่ 2.10) ในวิธีนี้ ฟาจที่แขวนลอยอยู่จะทำให้เจือจางจนกระทั่งตัวอย่างประกอบด้วยฟาจเพียงเล็กน้อย ฟาจเหล่านี้จะถูกใส่เข้าสู่เซลผู้ให้อาศัยที่เพาะไว้ เมื่อเวลาผ่านไปตัวอย่างของฟาจจะถูกดูดขึ้น และเพาะลงบนจานเพาะเชื้อ วิธีนับพลักจะใช้ในการหาจำนวนของฟาจ ภายในไม่กีนาทีหลังจากการดูดติดจะยังไม่ปรากฏฟาจขึ้น อย่างไรก็ตาม นิวคลีอิค แอซิคของฟาจสามารถถูกพบอยู่ภายในเซลที่ถูกแพร่เข้าไป และโปรตีนของ capsid ก็ถูกสร้างขึ้นมา เวลาที่ต้องการสำหรับการโตเต็มวัย คือเวลาระหว่างการปรากฏขึ้นของนิวคลีอิค แอซิคของ

ฟาจ และการประกอบขึ้นเป็นรูปร่างของฟาจเต็มวัย หลังจากนั้นไม่กี่นาทีจำนวนของฟาจที่ถูกพบใน subculture ก็เริ่มเพิ่มมากขึ้น เบิร์สทไซส์จะคิดจากจำนวนฟาจที่คงที่แล้ว ซึ่งแสดงว่าไม่มีการขยายพันธุ์ของฟาจจะเกิดขึ้นแล้ว

2.2.5 การตรวจสอบไวรัส

2.2.5.1 ขั้นตอนการตรวจสอบ

การตรวจสอบไวรัสแบ่งได้เป็น 2 ขั้นตอน คือ การทำให้ความเข้มข้นของไวรัสในน้ำสูงขึ้น และกระบวนการตรวจหาปริมาณไวรัส (Hurst และคณะ, 1989)

1. การทำให้ความเข้มข้นของไวรัสในน้ำสูงขึ้น (Virus concentration) เป็นวิธีการที่จะทำการรวบรวมไวรัสที่อยู่ในตัวอย่างน้ำที่จะตรวจสอบให้มีความเข้มข้นมากขึ้นโดยลดปริมาตรของน้ำที่จะตรวจสอบ เพื่อความสะดวกในการตรวจหาปริมาณไวรัส

วิธีที่ใช้ทำให้เข้มข้นมีหลายวิธี ดังนี้

1.1 พาสสีฟ แอดซอร์พชัน (passive adsorption)

1.2 ไดเรกท์ แอดซอร์พชัน (directed adsorption)

1.3 อุลตราฟิลเตรชั่น (ultrafiltration)

1.4 การรวมตะกอนโดยวิธีเคมีกายภาพ และวิธีแยกเฟส (direct physiochemical flocculation or phase separation)

1.5 อัฟฟินิตี โครมาโตกราฟฟี (affinity chromatography)

2. กระบวนการตรวจหาปริมาณไวรัส (Virus assay) แบ่งเป็น

2.1 อิเลกตรอน ไมโครสโคปี (electron microscopy,EM)

2.2 พลักแอสเส (cytopathogenicity or plaque assay)

2.3 อิมมูโนโลจิคอลแอสเส (immunological assay)

2.4 นิวคลีอิกแอซิคไฮบริดไดเซชัน (nucleic acid hybridization)

2.2.5.2 พลักแอสเส (Plaque assay)

พลักแอสเส เป็นวิธีที่ใช้ในการทดลอง วิธีการตรวจสอบง่ายไม่ซับซ้อน เหมาะสำหรับที่จะใช้ในห้องปฏิบัติการสามารถสังเกตผลที่เกิดขึ้นด้วยตาเปล่า โดยไม่ต้องอาศัยอุปกรณ์ซับซ้อนในการนับจำนวนฟาจ (phage) ที่เกิดขึ้นโดยการบ่มไวรัสบนอาหารในจานเพาะเลี้ยง ซึ่งมีโฮสท์เซล ที่ไวรัสใช้ในการดำรงชีพ และขยายพันธุ์

ไวรัสจะทำการขยายพันธุ์ และทำลายโฮสท์เซลในจานเพาะเลี้ยงบริเวณที่ถูกทำลายจะสามารถสังเกตเห็น และเรียกว่า พลัก (Plaque) เราเรียกปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นนี้ว่า “Cytopathogenic effect” หน่วยที่ใช้นับจำนวนไวรัสที่ปรากฏเรียกว่า Plaque Forming Unit , PFU

2.2.6 ไวรัสที่พบในน้ำ

น้ำที่ได้รับการปนเปื้อนจากสิ่งขับถ่ายของมนุษย์ และสัตว์ มักจะมีไวรัสปรากฏอยู่ เนื่องจากไวรัสเหล่านี้จะถูกปล่อยออกมาพร้อมกับสิ่งขับถ่าย ไวรัสประเภทนี้เรียกว่า enteric virus เป็นไวรัสทีไม่มี lipo-product envelope จึงไม่ถูกน้ำดีย่อย และทนต่อพีเอชต่ำได้ ทำให้เกิดการติดเชื้อในระบบทางเดินอาหาร นอกจากนี้ ยังมีผลแพร่กระจายไปยังระบบประสาท ผิวหนัง ตับ หัวใจ ฯลฯ ในปัจจุบันจะพบ enteric virus (ไวรัสที่อาศัยระบบทางเดินอาหาร โดยเฉพาะบริเวณลำไส้ในการดำรงชีวิต และขยายพันธุ์) มากกว่า 100 ชนิด ซึ่งไวรัสเหล่านี้ จะมีการติดต่อกันได้จากการรับประทานอาหารที่มีอุจจาระปนเปื้อนเป็นหลัก ตามรายงานความเข้มข้นของไวรัสที่พบในน้ำเสียมีสูงถึง 500,000 อนุภาคต่อลิตร (York, 1974)

กลุ่มของ enteric virus ที่มีการปนเปื้อนในแหล่งน้ำ หรือตรวจพบเชื้อในผู้ป่วยติดเชื้อไวรัส แสดงดังตารางที่ 2.3 ซึ่งการติดเชื้อไวรัสดังกล่าว เป็นสาเหตุสำคัญที่ก่อให้แกิดโรคอันตรายกับคนได้ และความรุนแรงของโรคที่เกิดขึ้นกับสุขอนามัย และภูมิคุ้มกันของผู้ป่วยที่มีอยู่ในผู้ป่วยบางรายก็อาจเป็นโรคได้แม้เพียงได้รับเชื้อไวรัสเพียงหนึ่งอนุภาค (Slade, 1985) Melnick และคณะ (1978) ได้สรุปเส้นทางการติดเชื้อไวรัสกลับสู่คน ในรูปที่ 2.11 นอกจากนี้ยังทำการศึกษาและตรวจสอบ enteric virus จากน้ำดื่มทั้งใน ปารีส โรมาเนีย รัสเซีย แอฟริกาใต้ และสหรัฐอเมริกา ผลการทดสอบระยะเวลาที่เชื้อนี้ สามารถทนต่อสภาพแวดล้อมได้ เป็นดังนี้

สภาพแวดล้อม	**ระยะเวลา(วัน)**
น้ำประปา	2 - 168

น้ำทะเล	2 - 130
ดิน	25 - 125

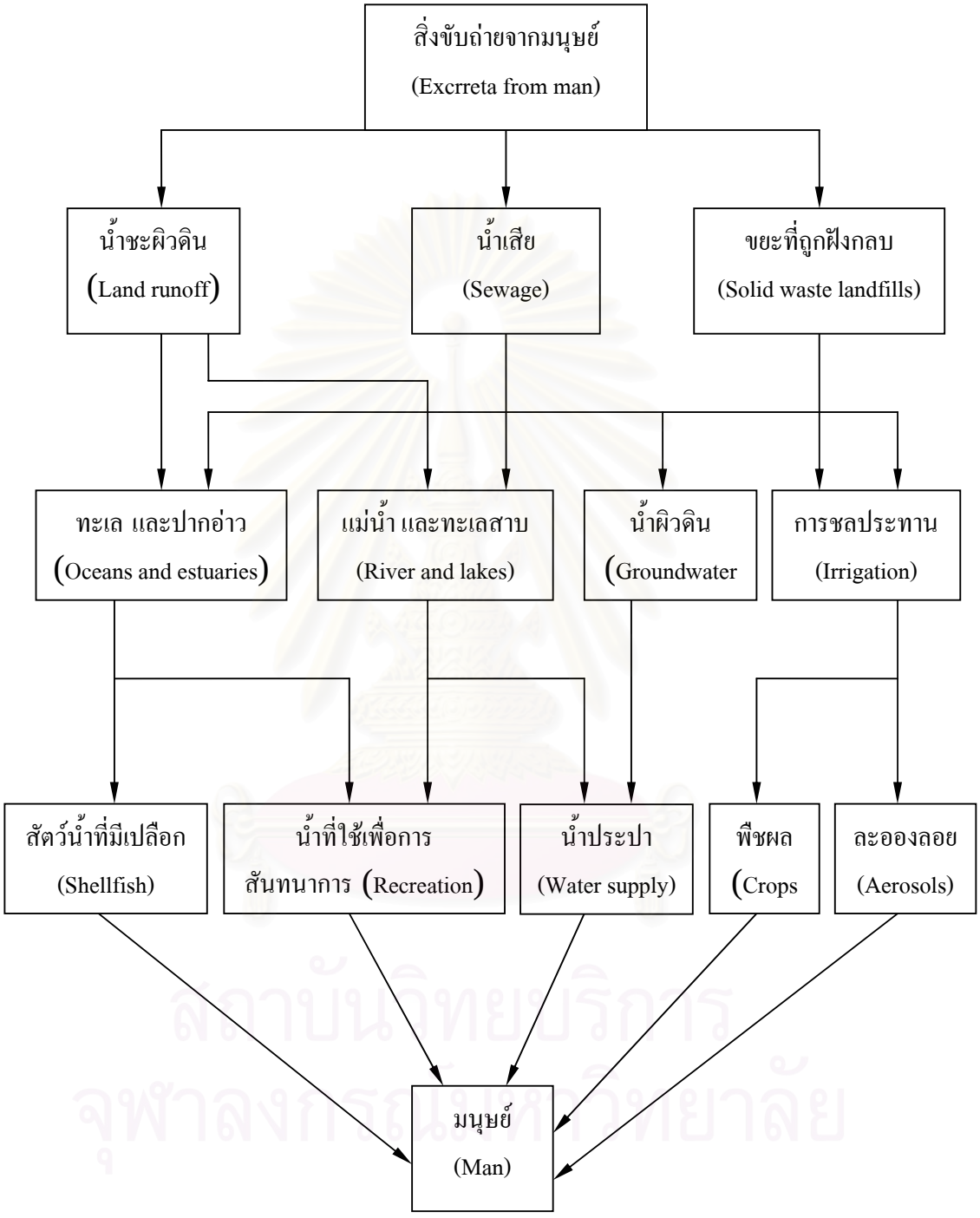
Payment และคณะ(1985) ได้รายงานการตรวจสอบไวรัสที่ประเทศแคนาดา จากผลิตน้ำสะอาด 7 แห่ง พบเชื้อดังนี้ คือ

- Poliovirus type 1, 2 และ 3
- Coxsackievirus type B3, B4 และ B5
- Echovirus type 7
- Untyped picornaviruses

การพบเชื้อไวรัสเหล่านี้มีความสัมพันธ์กับปริมาณเชื้อไวรัสจากน้ำดิบ ที่นำมาผลิตน้ำสะอาด นอกจากจะต้องพิจารณาปรับปรุงความสามารถของระบบผลิตน้ำสะอาดแล้วก็เห็นสมควรที่จะต้องให้ความสำคัญกับระบบบำบัดน้ำเสีย ในการลดปริมาณไวรัสให้เหลือน้อยที่สุด (โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ถ้าต้องใช้น้ำเสียที่ผ่านการบำบัด เป็นน้ำดิบเพื่อผลิตน้ำสะอาด)

ตารางที่ 2.3 โรคต่างๆที่อาจจะเกิดขึ้นโดย Human Enteric Viruses
ที่มา Slade (1985)

กลุ่มของไวรัส	โรคและอาการ
Entero virus	อัมพาต ไข้สันหลังอักเสบ เป็นไข้
Poliovirus	โรคทางเดินหายใจ ไข้สันหลังอักเสบ เป็นไข้
Coxsackievirus A	กล้ามเนื้อหัวใจอักเสบ ความผิดปกติของหัวใจแต่กำเนิด เป็นไข้ ผื่นที่ผิวหนัง ปอดอักเสบ เยื่อสมองอักเสบ โรคทางเดินหายใจ
Echovirus	ไข้สันหลังอักเสบ โรคทางเดินหายใจ โรคท้องร่วง เป็นไข้ ผื่นที่
Newenterovirus	ผิวหนัง
Hepatitis A	ไข้สันหลังอักเสบ เยื่อสมองอักเสบ โรคทางเดินหายใจ เลือดไหล ไม่หยุด เยื่อตาขาวอักเสบ เป็นไข้
Norwalk	โรคตับอักเสบ
Adenovirus	อาเจียนและท้องร่วง
Reovirus	โรคทางเดินหายใจ อาการติดเชื้อที่ตา
Rotavirus	ไม่ทราบแน่ชัด
Parvovirus	อาเจียนและท้องร่วง ไม่ทราบแน่ชัด แต่มีส่วนทำให้เกิดโรคทางเดินหายใจในเด็ก



รูปที่ 2.11 เส้นทางการติดเชื้อไวรัสกลับสู่มนุษย์

ที่มา : Melnick (1978)

2.2.7 การใช้โคลิฟาจเป็นตัวบ่งชี้การปนเปื้อนของไวรัสในน้ำ

การที่จะระบุว่าคุณภาพน้ำนั้นถูกสุขอนามัยได้นั้น ต้องมั่นใจว่าจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคถูกกำจัดออกจนไม่ให้เกิดอันตราย ดังนั้นจึงต้องมีการตรวจหาปริมาณจุลินทรีย์ในน้ำนั้น ซึ่งแต่เดิมจะตรวจหาจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคโดยตรง แต่เนื่องจากวิธีการตรวจจะยุ่งยาก ค่าใช้จ่ายสูง ใช้เวลามาก และต้องการผู้มีความรู้และทักษะในการตรวจ ดังนั้นการหาจุลินทรีย์ตัวแทนซึ่งจะใช้เป็นตัวบ่งชี้การปนเปื้อนไวรัสในน้ำจึงเป็นสิ่งจำเป็น เช่นเดียวกับแบคทีเรีย *Escherichia coli* ซึ่งถูกใช้เป็นตัวบ่งชี้การปนเปื้อนของน้ำด้วยสิ่งขับถ่าย น้ำที่ตรวจไม่พบอีโคไล จะถูกรับรองได้ว่าน้ำนั้นไม่มีแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรคที่เข้าสู่คนโดยทางปาก (fecal-oral route) อย่างไรก็ตาม อีโคไล ไม่สามารถใช้เป็นตัวบ่งชี้การปนเปื้อนของไวรัสได้เลย เพราะไวรัสมีความคงทนในธรรมชาติ และระบบบำบัดน้ำเสียมากกว่าอีโคไล ได้มีผู้ทดลองใช้ แบคทีริโอฟาจ เป็นตัวแทนในการบ่งชี้ถึงการปนเปื้อนของไวรัสในน้ำ สำหรับชนิดของแบคทีริโอฟาจมีผู้เสนอให้ใช้ คือ โคลิฟาจ ในการดำรงชีพของโคลิฟาจโดยอาศัยแบคทีเรียที่มีชื่อว่า *Escherichia coli (E.Coli)* เป็นเซลผู้ให้อาศัย(stetler, 1984)

หลักเกณฑ์ที่ใช้ในการเลือกตัวบ่งชี้ในการปนเปื้อนของไวรัส (Olivieri, 1982)

1. ตัวบ่งชี้จะต้องตรวจพบในน้ำเมื่อน้ำนั้นมีไวรัสที่ทำให้เกิดโรค และกรณีที่ในน้ำนั้นไม่มีไวรัสที่ทำให้เกิดโรค ตัวบ่งชี้ก็ต้องตรวจไม่พบด้วยเช่นกัน

2. ตัวบ่งชี้จะต้องมีแหล่งกำเนิดเดียวกับไวรัสที่ทำให้เกิดโรค และไม่มีการเพิ่มจำนวนในน้ำ

3. ตัวบ่งชี้จะต้องมีความทนทานในธรรมชาติ และในระบบบำบัดน้ำเสีย เท่ากับหรือมากกว่าไวรัสที่ทำให้เกิดโรค

4. วิธีการตรวจหาง่าย ได้ค่าที่ถูกต้อง และไม่แพง

สาเหตุที่โคลิฟาจสามารถนำมาเพื่อใช้เป็นตัวบ่งชี้ คือ (Kott และคณะ, 1974; Stetler, 1984)

1. เป็นไวรัสที่ไม่ก่อให้เกิดโรคต่อมนุษย์ (non-pathogenic)

2. เมื่อตรวจพบ enteric virus ก็มักจะพบโคลิฟาจด้วย

3. โคลิฟาจมีความต้านทานต่อสภาวะแวดล้อมต่างๆได้ดีกว่า enteric virus เช่น ความทนทานต่อระบบผลิตน้ำสะอาด และกระบวนการฆ่าเชื้อโรค

4. วิธีการตรวจนับปริมาณโคลิฟาจ (Plaque assay) ทำได้ง่าย และใช้เวลาสั้น ประมาณ 12-18 ชั่วโมง ในขณะที่การตรวจสอบ enteric virus อาจใช้เวลานานถึง 3 สัปดาห์

5. ในแหล่งน้ำโดยทั่วไปปริมาณของโคลิฟาจที่พบจะมากกว่า enteric virus

6. ความสะดวกในการตรวจสอบ และค่าใช้จ่ายไม่สูง

2.2.8 ประสิทธิภาพการกำจัดโคลิฟาจ

หน่วยแสดงประสิทธิภาพการกำจัดโคลิฟาจ นิยมใช้ในหน่วยของล็อก (Log) ทั้งนี้เนื่องจากการแสดงในรูปของเปอร์เซ็นต์ จะไม่เห็นความแตกต่างอย่างชัดเจน เช่น ประสิทธิภาพการกำจัด 99.9% และ 99.99% ซึ่งหากแสดงในรูปของล็อกจะเป็น 3 ล็อก และ 4 ล็อก ตามลำดับ ทำให้เห็นความแตกต่างชัดเจนขึ้น การเปรียบเทียบหน่วยในรูปของเปอร์เซ็นต์ และล็อก แสดงดังสมการที่ 2.6

$$\left[\frac{(PFU/ml)_{in} - (PFU/ml)_{out}}{(PFU/ml)_{in}}\right] \times 100 = \log(PFU/ml)_{in} - \log(PFU/ml)_{out} \quad \text{..... (2.6)}$$

ตัวอย่างเช่น ความเข้มข้นของโคลิฟาจในน้ำเข้าเท่ากับ 10^4 พีเอฟยู/มิลลิลิตร

ความเข้มข้นของโคลิฟาจในน้ำออกเท่ากับ 10 พีเอฟยู/มิลลิลิตร

ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจในรูปของเปอร์เซ็นต์ $= \frac{(10^4 - 10) \times 100}{10^4} = 99.9\%$

ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจในรูปของล็อก $= \log(10^4) - \log(10) = 3$ ล็อก

ตารางที่ 2.4 การเปรียบเทียบหน่วยในรูปของเปอร์เซ็นต์ และล็อก

ประสิทธิภาพการกำจัด (%)	ประสิทธิภาพการกำจัด (ล็อก)
90	1
99	2
99.9	3
99.99	4
99.999	5
99.9999	6

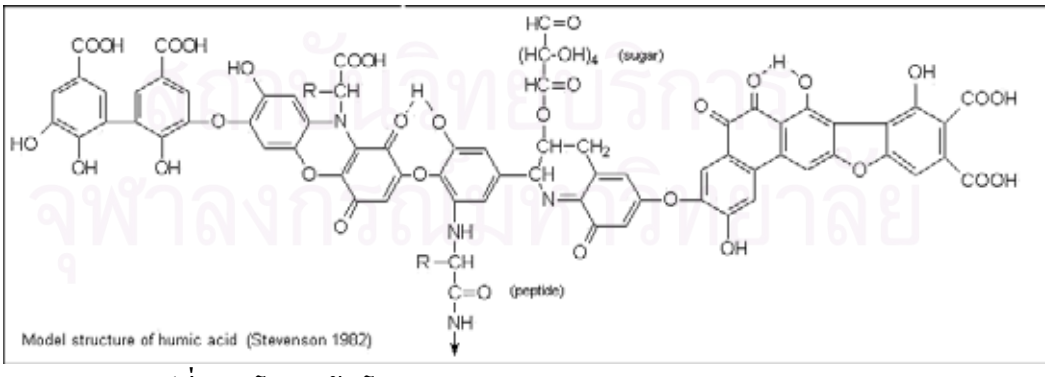
2.3 สารประกอบอินทรีย์ธรรมชาติ

2.3.1 สารประกอบอินทรีย์ Humic Acid

สารประกอบฮิวมิค เป็นสารประกอบอินทรีย์ตามธรรมชาติ ที่รู้จักกันอย่างแพร่หลายมานาน โดยเฉพาะเกี่ยวกับการเพาะปลูกหรือบำรุงดิน โดยมีต้นกำเนิดมาจากการย่อยสลายของซากพืช ซากสัตว์ กลายเป็นดิน Humus ดังนั้นในแหล่งผิวดินทั่วไปจึงเป็นเรื่องง่ายที่จะมีโอกาส ตรวจพบ Humic acid ในแหล่งน้ำ แต่ถึงอย่างไรก็ตามสารประกอบอินทรีย์ Humic ไม่สามารถอธิบายลักษณะโครงสร้างได้ง่ายนัก เนื่องจากมีรูปแบบของการจัดเรียงตัวได้หลายรูปแบบขึ้นอยู่กับว่าจะมีลักษณะการละลายในตัวทำละลายแบบใด ดังนั้นเพื่อเป็นการง่ายในการแบ่งประเภทของสารประกอบอินทรีย์ฮิวมิค จึงแบ่งสารประกอบฮิวมิคตามความสามารถในการละลายน้ำได้ เป็น 3 ชนิด คือ

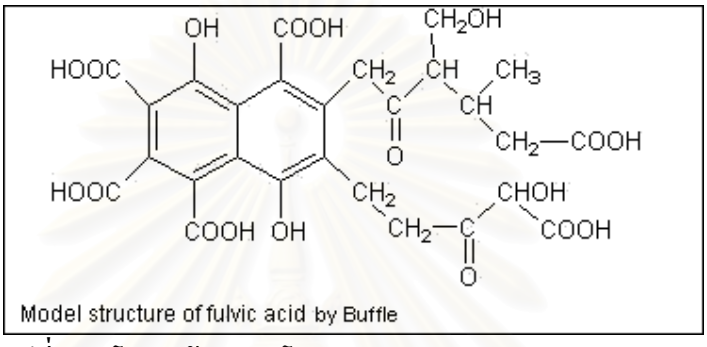
1. HUMIN เป็นสารประกอบที่ไม่ละลายน้ำในทุกๆสภาวะความเป็นกรด-ด่าง มีลักษณะสีดำ

2. HUMIC ACID เป็นสารประกอบฮิวมิคที่ไม่ละลายในน้ำเมื่อค่าพีเอชน้อยกว่า 2 แต่จะสามารถละลายได้ดีที่ค่าพีเอชสูงๆ ซึ่งทำให้สามารถสกัดออกมาจากดินได้โดยการใช้ตัวทำละลายที่เหมาะสมและจะแยกตัวออกมาจากตัวทำละลายเมื่อมีการปรับค่าพีเอชให้ต่ำลง กรดฮิวมิคเป็นสารประกอบหลักของดินฮิวมัส ซึ่งจะมีลักษณะสีดำน้ำตาลจนกระทั่งถึงสีดำ โดยลักษณะโครงโมเลกุลแสดงดังรูปที่ 2.12



รูปที่ 2.12 โครงสร้างโมเลกุลของกรดฮิวมิค
ที่มา : Stevenson (1982)

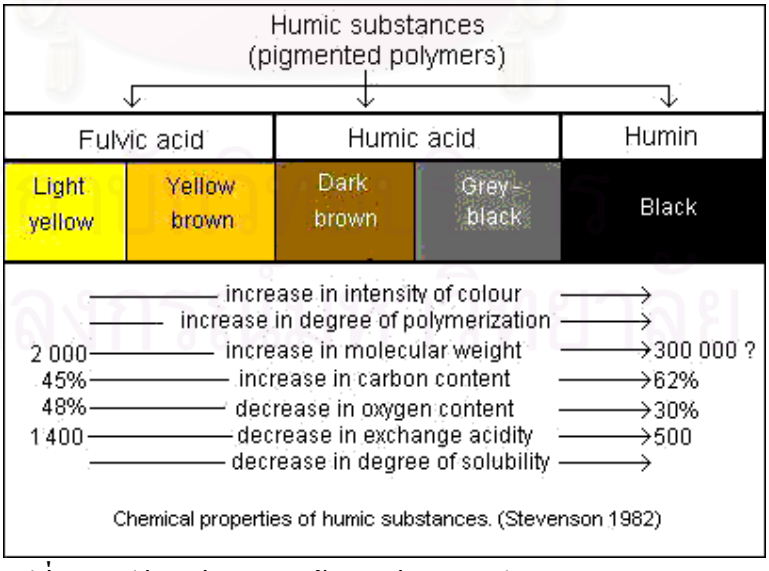
3. FULVIC ACID จะสามารถละลายน้ำได้ทุกๆค่าความเป็นกรด-ด่าง ทำให้สามารถแยกออกมาจาก HUMIC ACID โดยใช้วิธีในการปรับค่า pH จะมีลักษณะสีเหลืองน้ำตาลอ่อน โดยลักษณะโครงโมเลกุลแสดงดังรูปที่ 2.13



รูปที่ 2.13 โครงสร้างแสดงโมเลกุลของ FULVIC ACID

ที่มา : Stevenson (1982)

โดยในการแยกความแตกต่างของสารประกอบฮิวมิค อาจดูได้จากสีของสารประกอบนั้นๆ เนื่องจากหากมวลโมเลกุลมีค่าเพิ่มขึ้นจะทำให้สารประกอบฮิวมิคนั้นมีสีเข้มขึ้นดังแสดงในรูปที่ 2.14



รูปที่ 2.14 เปรียบเทียบความเข้มของสีของสารประกอบฮิวมิค

ที่มา : Stevenson (1982)

2.3.2 สารประกอบอินทรีย์ Tannic Acid

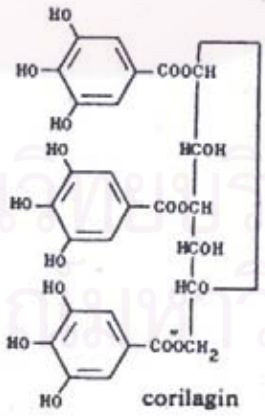
Tannic Acid มีชื่อเรียกอย่างอื่นอีกคือ Tannin , Gallotanin, Gallotannic acid, Digallic Acid, Glycerite ซึ่งส่วนใหญ่เป็นสารประกอบอินทรีย์ในพืช โดยเฉพาะในเปลือกของต้นไม้ OAK , ในใบชา และอื่นๆ

Tannin มีลักษณะสีขาว-เหลือง จนถึงสีน้ำตาล มีกลิ่น มีรสขม สามารถละลายได้ดีใน น้ำ ,Acetone และ Alcohol แต่ไม่ละลายใน Benzene, Ether และ Chloroform

Tannic acid เป็นสารประกอบอินทรีย์มีลักษณะโครงสร้างเป็นแบบ Polyhydroxy Aromatic Acid เช่น Gallic Acid และ Ellagic Acid โดยทั่วไปจะเกิดจากการรวมตัวกันของ กลูโคส และกลุ่ม Carboxylic Acid มีน้ำหนักโมเลกุลอยู่ระหว่าง 500-3,000 สูตรทางเคมีทั่วไปของ Tannin คือ $C_{14}H_{14}O_{11}$ แต่ Tannic acid ที่ใช้ในการทดลองมีสูตรทางเคมี คือ $C_{76}H_{53}O_{46}$ และมีมวลโมเลกุลเท่ากับ 1,701

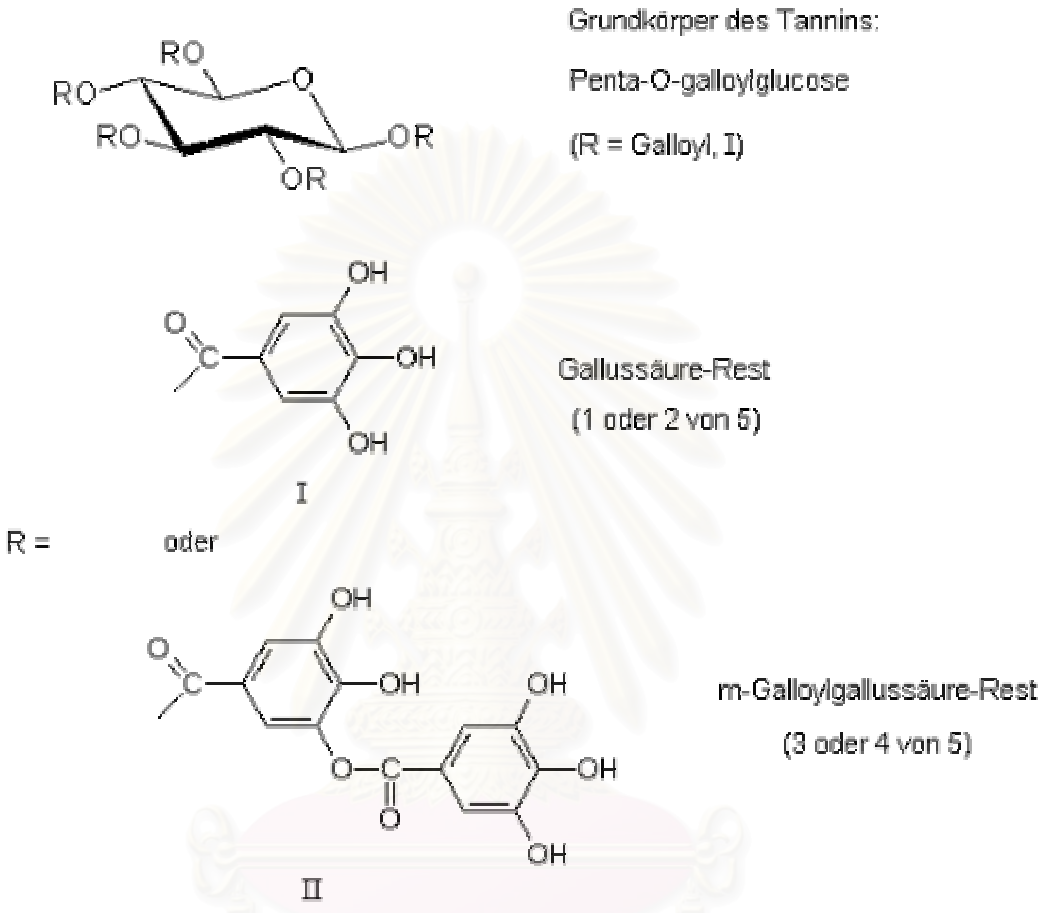
โดย Tannin สามารถแบ่งได้ออกเป็น 2 กลุ่มคือ

1. Condensed Tannins
2. Hydrolyzable Tannins ซึ่งเป็นกลุ่มที่มีความสำคัญมากกลุ่มหนึ่ง ซึ่งสามารถแสดงตัวอย่างลักษณะโครงสร้างโมเลกุลได้ดังรูปที่ 2.15



รูปที่ 2.15 รูปของโครงสร้างโมเลกุลของ Hydrolyzable Tannins แบบหนึ่งซึ่งเรียกว่า corilagin

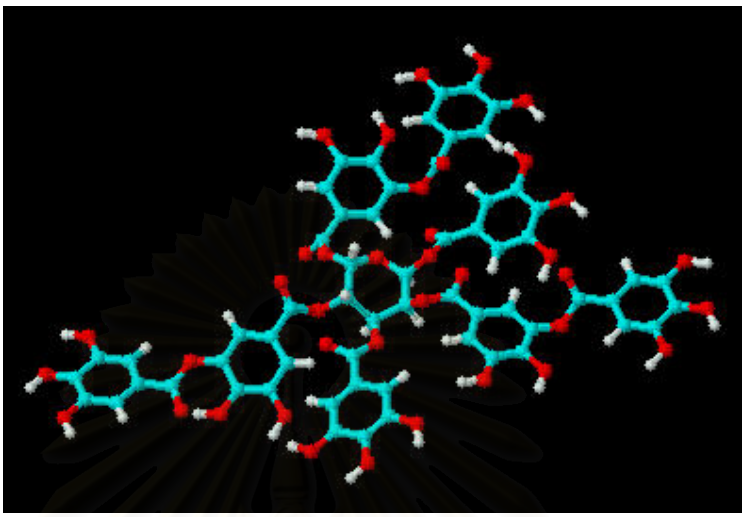
ที่มา : Schmidt (1956)



รูปที่ 2.16 รูปของโครงสร้างโมเลกุลของ Tannins

ที่มา : Schmidt (1956)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



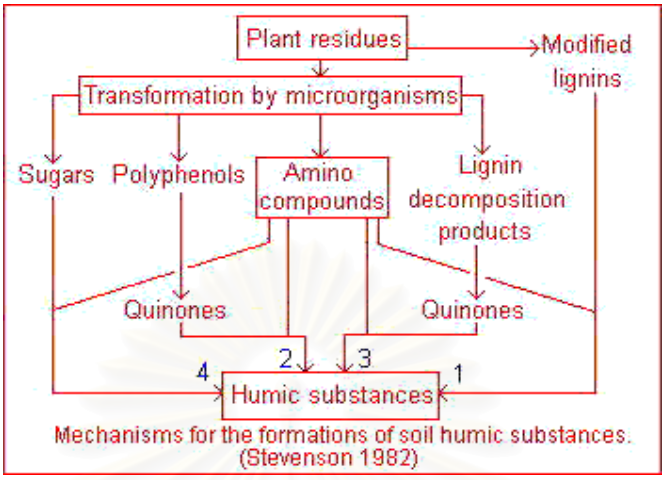
รูปที่ 2.17 รูปของโครงสร้างโมเลกุลของ Tannins
ที่มา : Schmidt (1956)

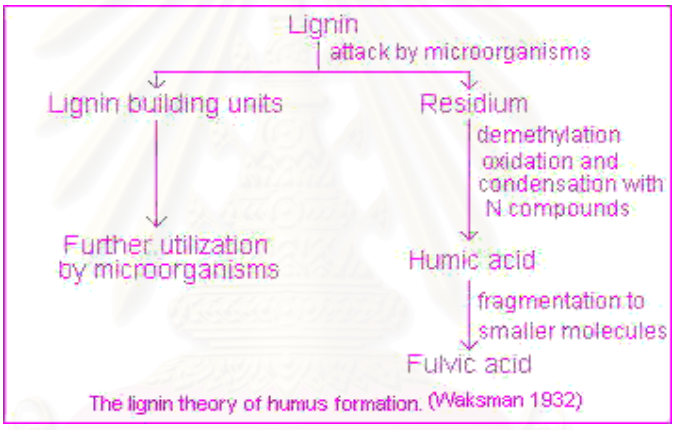
2.3.3 สารอินทรีย์ LIGNIN

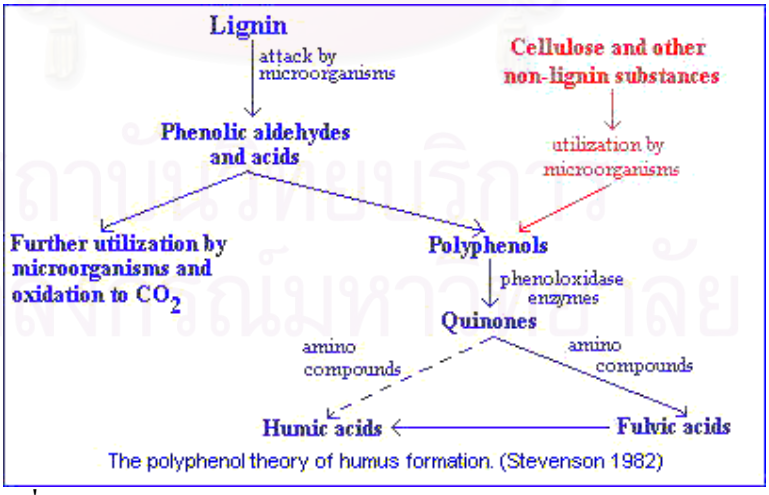
Lignin เป็นสารประกอบพวก Polyphenolic ที่มีมวลโมเลกุลสูง เป็นการเกาะรวมกันของกลุ่มหลักๆ 3 กลุ่มได้แก่ Coumryl, Coniferyl, Sinapyl Alcohol ซึ่งถูกสามารถถูกสังเคราะห์มาจากน้ำตาล Glucose Ligninสามารถพบได้มากในธรรมชาติ โดยเฉพาะในพืชจะมี lignin เป็นส่วนประกอบที่สำคัญโดยเฉพาะที่ท่อทางเดินอาหารของพืช รวมไปถึงเป็นส่วนประกอบของผนังเซล และเป็นส่วนประกอบของเส้นใยของพืช และเนื่องจาก lignin เป็นสารประกอบอินทรีย์ที่มีโครงสร้างซับซ้อนมากกว่าสารประกอบอินทรีย์อื่นๆที่กล่าวมา ในการแบ่งประเภทของ lignin จึงแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ

1. Hydrophilic คือ สารประกอบ lignin ที่สามารถละลายได้ในน้ำ
2. Hydrophobic คือ สารประกอบ lignin ที่ไม่ละลายในน้ำ

โดยเนื่องจาก lignin เป็นสารประกอบอินทรีย์ขนาดใหญ่มีการจัดเรียงโมเลกุลที่ซับซ้อน (ดังรูปที่ 2.19) อีกทั้งมีมากในพืช ดังนั้นเมื่อพืชตายลงและถูกย่อยสลาย lignin ก็สามารถถูกย่อยสลายกลายเป็นส่วนประกอบหนึ่งของ Humic ได้เช่นเดียวกัน ดังรูปที่ 2.18

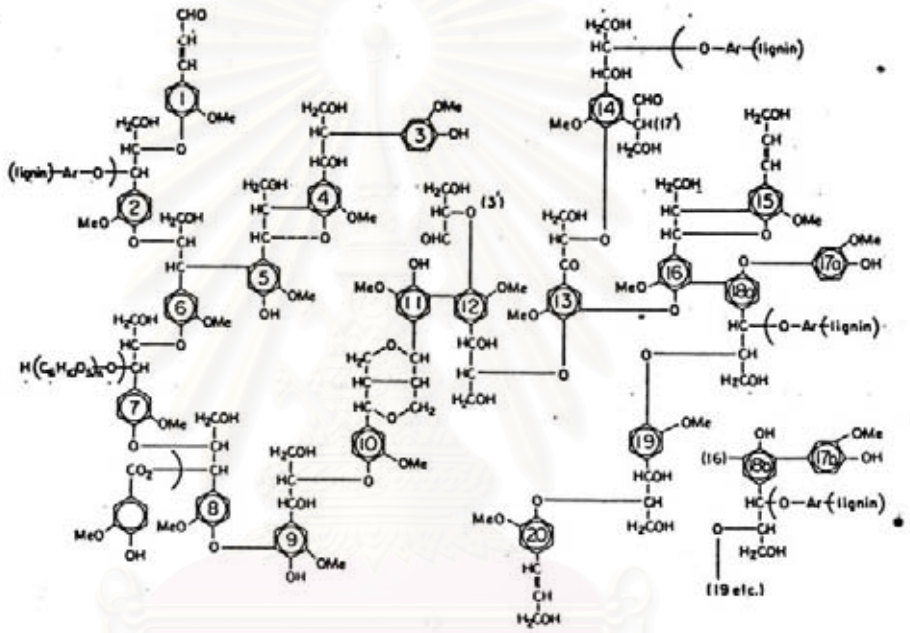






รูปที่ 2.18 ความสัมพันธ์กันของ Humic acid และ Lignin

ที่มา : Higuchi และ Barnoud (1966)



รูปที่ 2.19 รูปโครงสร้างตัวอย่างของ lignin

ที่มา : Higuchi และ Barnoud (1966)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.4 การศึกษาที่ผ่านมา

Kawabata และ Harada (1959) ได้ทำการทดลองเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาที่น้ำเสียสัมผัสรังสีอัลตราไวโอเลต กับประสิทธิภาพในการกำจัดเชื้อโรคต่างๆที่ 99.9% (หรือที่ 3-log) โดยมีการควบคุมให้ความเข้มของรังสีคงที่ตลอดทุกการทดลองพบว่าระยะเวลาที่ใช้ในการกำจัดเชื้อโรคเปลี่ยนแปลงไปตามชนิดของเชื้อ ดังนี้

E. coli	60	sec	*Streptococcus faecalis*	165	sec
Shigella	47	sec	*B. subtilus*	240	sec
S. Typhosa	49	sec	*B. subtilus spores*	369	sec

Huff และคณะ (1965) ได้ทำการทดลองเกี่ยวกับการกำจัดไวรัสโดยรังสีอัลตราไวโอเลต โดยทดลองกับไวรัสหลายชนิดต่างๆกัน เช่น Strains of polio virus, ECHO 7, Coxsackie 9 virus ผลการทดลองพบว่าความเข้มข้นของรังสีที่ใช้ในการกำจัดไวรัสแต่ละชนิดที่99% อยู่ในช่วง 7,000-11,000 ไมโครวัตต์-วินาที/ตารางเซ็นติเมตร แต่ถึงกระนั้นก็ยังไม่มีการยืนยันในการใช้รังสีอัลตราไวโอเลตในการกำจัด Cysts

Oliver และคณะ (1975)ได้ทำการทดลองศึกษาความสามารถในการฆ่าเชื้อโรคโคลิฟอร์มโดยรังสีอัลตราไวโอเลตร่วมกับ The Department of Environment of Canada พบว่า ความสามารถในการฆ่าเชื้อโรคโคลิฟอร์มในน้ำเสียสังเคราะห์มีประสิทธิภาพเท่ากับ 2 log หรือที่ 99% โคลิฟอร์มที่เริ่มต้นทดลองคือ $6x10^6$ coliforms/100ml.MPN และได้ความเข้มข้นของโคลิฟอร์มที่น้ำออก $6x10^4$ coliforms/ 100 ml. MPN และOliver และคณะ (1975) ได้ทดลองที่ St. Michaels,Maryland ด้วยโดยทดลองใช้รังสี UV ในการฆ่าเชื้อแบคทีเรียโคลิฟอร์ม ออกจากน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดโดยระบบบำบัดแบบตะกอนเร่ง (ขนาด 40,000 GPD) เพื่อนำน้ำเสียที่ได้มาใช้เลี้ยงปลา โดยน้ำเสียที่ได้จากการทดลองมีคุณภาพน้ำออกที่ 70 MPN/100 ml. แต่ประสิทธิภาพของการทดลองนี้ ยังคงต้องขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพของระบบบำบัดตะกอนเร่ง โดยก่อนที่น้ำจะเข้ากระบวนการฆ่าเชื้อโรคด้วยรังสี UV จะต้องเข้าถังตกตะกอนและเติมสารเคมีก่อนเพื่อทำให้กระบวนการฆ่าเชื้อโรคด้วยรังสี UV มีประสิทธิภาพสูงสุด

Witherell และคณะ (1975) ได้ทำการวิจัยเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายในระบบฆ่าเชื้อโรคโดย การใช้คลอรีน, ก๊าซโอโซน และรังสีอัลตราไวโอเลต พบว่า ระบบฆ่าเชื้อโรคด้วยคลอรีนได้รับความไว้

วางใจได้มากกว่า เนื่องจากระบบฆ่าเชื้อโรคด้วย ก๊าซโอโซนและUV มีความต้องการการดูแลและบำรุงรักษามากกว่า

Clifford (1978) ได้มีการทดลองหาความสัมพันธ์ของประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อโคลิฟอร์มในน้ำกับความเข้มข้นของรังสีอัลตราไวโอเลต โดยกำหนดให้ระยะเวลาที่น้ำเสียสัมผัสรังสีอัลตราไวโอเลตคือ130วินาที และทำการทดลองจนได้ความเข้มข้นของเชื้อโคลิฟอร์มที่น้ำออกสุดท้ายมีค่าเท่ากับ 70 MPN/100 ml. โดยความเข้มข้นของเชื้อโคลิฟอร์มที่น้ำเข้าเริ่มต้นมีค่าประมาณ 1 x 10^6 ถึง 8 x 10^6 ต่อ 100 ml. ผลการทดลองพบว่าหากต้องการประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อโคลิฟอร์ม ที่ 5-log จะต้องใช้รังสีอัลตราไวโอเลตที่ความเข้มข้นเท่ากับ 210 ไมโครวัตต์ / ตารางเซ็นติเมตร ซึ่งมีค่าเท่ากับ 27,300 ไมโครวัตต์-วินาที/ตร.ซม.

Petrasek และคณะ (1977) ที่เมือง Dallas ได้ทำการทดลองหาความสัมพันธ์ของประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อโคลิฟอร์มในน้ำกับความเข้มข้นของรังสีอัลตราไวโอเลต ซึ่งผลการทดลองพบว่าที่ประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อโคลิฟอร์มที่ 3.5 - 4.0 -log พบว่าจะต้องใช้รังสีอัลตราไวโอเลตความเข้มข้นที่ 30,000 ไมโครวัตต์-วินาที/ตร.ซม. (โดยการทดลองนี้ใช้รังสีอัลตราไวโอเลต UPS model E-50)และได้ทำการศึกษาหาประสิทธิภาพของการฆ่าเชื้อโรคโคลิฟอร์มในน้ำเสียโดยรังสีอัลตราไวโอเลตพบว่ากระบวนการฆ่าเชื้อโรคด้วยรังสีอัลตราไวโอเลตสามารถฆ่าเชื้อโรคในน้ำเสียก่อนปล่อยทิ้งให้ได้ความเข้มข้นของเชื้อที่มาตรฐานน้ำออกที่ 200 fecal colifroms / 100 ml. ได้

Halim Dizer และคณะ (1992) ได้ร่วมกันทำการทดลองศึกษาการกำจัด แบคทีเรีย และ โคลิฟาจ โดยรังสีอัลตราไวโอเลตใน full-scale pilot plant ที่ปริมาตรการไหลของน้ำเสียเท่ากับ 180 cu.m./hr. โดยน้ำตัวอย่างได้มาจากการผสมกันระหว่าง น้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้ว 70% และ น้ำผิวดิน 30% นำน้ำเสียที่ได้จากการเตรียมมาผ่านรังสีอัลตราไวโอเลตที่ความเข้มข้นต่ำที่สุด เริ่มจาก 13.3 mW/cm^2 (ที่ 60% of U.V. transmission in water) และระยะเวลาสัมผัสรังสีเท่ากับ 3.54 วินาที ผลของการทดลองพบว่า ที่ความเข้มข้นของรังสีอัลตราไวโอเลตเท่ากับ 47 mW/cm^2 สามารถกำจัดเชื้อโรค coliform, E. coli, fecal streptococci, Salmonella sp. and coliphage ได้ที่ประสิทธิภาพ 1 – 2 - log และสำหรับเชื้อโรค coliphage f2 มีความสามารถในการต้านทานต่อรังสีอัลตราไวโอเลตมากกว่าทุกชนิดที่กล่าวมา

Battigelli และคณะ (1993) ได้ทำการทดลองหาความสัมพันธ์ในการกำจัดไวรัสชนิดต่างๆ (HAV strain HM-175, coxsackievirus type B-5, rotavirus strain SA-11 and bacteriophages MS2 and fX174) โดยรังสีอัลตราไวโอเลต ที่ความยาวคลื่น 254 นาโนเมตร ซึ่งที่อัตราการจ่ายรังสีสูงถึง 40 mW-sec/cm^2 จากการทดลองพบว่าที่ประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อโรคดังกล่าว 99.99% (4 log) ของ HAV, CB5, SA-11 และ fX174 จะต้องใช้รังสีอัลตราไวโอเลตมีความเข้มข้นเท่ากับ 16, 29, 42 และ 9 mW-sec/cm^2 ตามลำดับ โดยที่เชื้อโรค MS2 จะถูกฆ่าไปน้อยกว่า 1 log ในความเข้มข้นของการจ่ายรังสี 25 mW-sec/cm^2 แต่ที่ความเข้มข้นของการจ่ายรังสีเพียง 15 mW-sec/cm^2 สามารถกำจัดเชื้อโรค fX174 ได้ประสิทธิภาพถึง 7 log ขณะที่ประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อโรคจะเกิดขึ้นอย่างทันทีทันใดโดยมีประสิทธิภาพสูงถึง 3 log เมื่อความเข้มข้นของรังสีสูงถึง 20 mW-sec/cm^2 สำหรับเชื้อโรค HAV, CB5, SA-11 จากผลการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่า รังสีอัลตราไวโอเลตมีประสิทธิภาพเพียงพอสำหรับกำจัดไวรัสในกิจการน้ำดื่มโดยไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ

Sobotka (1993) ได้ทำการทดลองศึกษาหาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่ออธิบายถึงความสัมพันธ์ของ ปัจจัยต่างๆเช่น Absorption coefficient, colour turbidity etc. ที่มีผลต่อประสิทธิภาพในการกำจัดเชื้อโรคโดยรังสีอัลตราไวโอเลต ซึ่งในการทดลองนี้เลือกใช้ Enchytraeus albidus เป็นพารามิเตอร์ในการบ่งบอก พบว่าพลังงานที่ต้องการสามารถแสดงได้โดยสมการ

พลังงานที่ต้องการในการกำจัดเชื้อโรค $$Fu = \frac{Q * a * Duv}{h_1 * h_2} \quad \text{.....(2.7)}$$

$$h_2 = 1-e^{-a(R-r)} \quad \text{.....(2.8)}$$

$$a = (\ln I_O - \ln I) / X \quad \text{.....(2.9)}$$

$$a = 0.0163\, t + 0.0051\, c + 0.0514 \quad \text{.....(2.10)}$$

โดยที่ Fu = bactericidal power necessary to disinfect water with UV radiation

Q = flow of water to be disinfected

a = absortion coefficient

Duv = bactericidal dose

h1 = transmittance through quartz casing

h2 = coefficient of radiation energy utilization

R = device casing radius

r = quartz casing radius

t = turbidity in mg SiO_2/dm^3

c = colour in mg Pt/dm^3

Sommer และ Cabaj (1993) ทำการศึกษาวิจัยหาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของรังสีอัลตราไวโอเลต (UV-dose) กับประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อโรค Bacillus subtilis (ATCC 6633) ซึ่งในการทดลองนี้ใช้แบคทีเรียอยู่ในรูปของ spore ผลการทดลองพบว่า ที่ UV – dose เกินกว่า 1,200 J/ m2 มีประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อโรคที่ 6 – log และพบว่าเมื่อปริมาณการไหลของน้ำเสียที่เพิ่มขึ้น (1.5 – 4.5 m3/hr) โดยมีความหนาของชั้นน้ำคงที่เท่ากับ 10 เซนติเมตร ทำให้ประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อโรคลดลง และที่ค่า % transmission เพิ่มขึ้น (10 – 70 %) ประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อโรคก็จะเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกัน

Wiedenmann และคณะ (1993) ได้ร่วมกันทำการทดลองศึกษาหาประสิทธิภาพในการกำจัดไวรัส HAV และ MS-2 โดยรังสีอัลตราไวโอเลต ผลการศึกษาพบว่า หากต้องการให้ประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อโรคดังกล่าวข้างต้นมีประสิทธิภาพสูงถึง 99.99% หรือที่ 4 -log จะต้องใช้ระยะเวลาที่น้ำเสียสัมผัสกับรังสีอัลตราไวโอเลตสูงถึง 2 นาทีสำหรับ HAV และ 6 นาทีสำหรับ MS-2

Whitby และ Palmateer (1993) ได้ทำการทดลองศึกษาหาความสัมพันธ์ของค่า UV transmission และ ค่าของแข็งแขวนลอย(suspended solids) มีผลต่อประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อโรค และการกลับมาเจริญเติบโตของแบคทีเรียเมื่อได้รับแสง (photoreactivation) ของแบคทีเรีย Escherichia coli ในการฆ่าเชื้อโรคด้วยรังสีอัลตราไวโอเลต

Jun และคณะ (1994) ทำการศึกษาพบว่ารังสีอัลตราไวโอเลตมีความสามารถในการย่อยสลาย volatile chlorohydrocabons ได้ดีเมื่อสารประกอบนี้สัมผัสกับรังสีในรูปของผสมรูปก๊าซและของเหลว หรือเรียกว่า Bubble colume

Fernando และคณะ (1995) ได้ทำการศึกษาปฏิกิริยา Oxidation น้ำเสียจากกระบวนการกลั่นและจากกระบวนผลิตซึ่งใช้มะเขือเทศเป็นวัตถุดิบ โดยใช้รังสีอัลตราไวโอเลตเพียงอย่างเดียว และการใช้รังสีร่วมกับไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ พบว่าในการOxidizeน้ำเสียจากกระบวนการกลั่นทำได้ยากมากถ้าใช้รังสีเพียงอย่างเดียวและประสิทธิภาพจะเพิ่มขึ้นไม่มากเมื่อใช้ร่วมกับไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์โดยปัจจัยที่มีผลต่อการออกซิไดซ์มากที่สุดคือระยะเวลาที่น้ำเสียสัมผัสกับรังสีโดยที่ค่า COD เริ่มต้นเท่ากับ 3,000 ประสิทธิภาพสูงที่สุดจะอยู่ที่ประมาณ 38% และสำหรับน้ำเสียจาก

กระบวนการผลิตซึ่งใช้มะเขือเทศเป็นวัตถุดิบพบว่ามี quantum yield เริ่มต้นเท่ากับ 0.7 mol O2 photon-1 และมีค่า COD เท่ากับ 930 mg O_2/l และจะลดลงเมื่อระยะเวลาที่สัมผัสรังสีมากขึ้น การใช้รังสีร่วมกับไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 0.01M พบว่าสามารถลดค่าCODได้ประมาณ 25% จนถึง 60% โดยที่ค่า TOC ไม่มีการเปลี่ยนแปลง

Fernando และคณะ (1995) ได้ทำการศึกษาปฏิกิริยา Oxidation น้ำเสียโดยกระบวนการ O_3 , O_3/H_2O_2 และ O_3/UV พบว่า น้ำเสียจากกระบวนการผลิตซึ่งใช้มะเขือเทศเป็นวัตถุดิบ ถูกบำบัดได้ถึง 86% ที่ pH 6 โดยกระบวนการ O_3 และ O_3/H_2O_2 แต่ประสิทธิภาพจะลดลงเมื่อค่าพีเอชเพิ่มขึ้น และในกรณีที่กระบวนการ O_3 ไม่สามารถบำบัดได้เมื่อใช้กระบวนการ O_3/UV พบว่ามีประสิทธิภาพในการบำบัดสูงขึ้นได้

Fernando และคณะ (1995) ทำการทดลองออกซิไดซ์น้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม(โรงกลั่น,โรงงานมะเขือเทศ) โดย UV และ UV+Hydrogen peroxide พบว่าสามารถลดค่า COD ได้ถึง 25% โดยที่ค่า TOC ไม่เปลี่ยนแปลง

Young และคณะ (1995) ได้ทำการศึกษาการสลายตัวของ 2-chlorophenol ซึ่งละลายอยู่ในของเหลวน้ำโดยกระบวนการ UV/TiO_2 โดยได้ทำการเปลี่ยนค่าความเป็นกรด-ด่าง ค่าความเข้มของรังสีและชนิดของ TiO_2 พบว่า การสลายตัวจะเกิดขึ้นได้ดีในน้ำที่มีค่าความเป็นกรด(pH 3)และจะไม่เกิดในน้ำที่มีค่าความเป็นด่าง(pH13)

Gregory และคณะ (1996) ได้ทำการศึกษาหาความสัมพันธ์ของปริมาณของtotal organic halogenในรูปแบบของสารประกอบอินทรีย์ธรรมชาติที่ทำปฏิกิริยากับคลอรีนในน้ำ (THM) กับการดูดซับรังสีอัลตราไวโอเลตของน้ำ พบว่าการลดลงของความสามารถในการดูดซับรังสีอัลตราไวโอเลตของน้ำมีความสัมพันธ์กับปริมาณ THM ในน้ำ มีลักษณะเป็นกราฟเส้นตรง

Martin และ Fritz (1996) ได้ทำการศึกษาปัจจัยของไนเตรทที่มีผลต่อการบำบัด Hydrophilic xenobiotic ในรูปของเหลวโดยกระบวนการ UV/H_2O_2 ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่าไนเตรทจะทำตัวเหมือนกับสารกรองสามารถลดความเข้มข้นของรังสีอัลตราไวโอเลต ซึ่งที่ความยาวคลื่น 222 nm. ไนเตรทจะสามารถดูดซับรังสีได้มากกว่าเมื่อเปรียบที่ความยาวคลื่น 254nm.

Tosa และ Hirata (1997) ทำการศึกษาถึงการกลับมาเจริญเติบโตของ Escherichia coli O157 :H7 และ O26 เมื่อได้รับแสงปกติหลังจากได้รับรังสีอัลตราไวโอเลตที่ความยาวคลื่น 254 nm พบว่า

1) ปริมาณรังสีอัลตราไวโอเลตที่มีประสิทธิภาพในการกำจัด EHEC O157:H7 ที่ 90 และ 99% เท่ากับ 1.5 และ 3.0 mW s $cm.^{-2}$

2) ปริมาณรังสีอัลตราไวโอเลตที่มีประสิทธิภาพในการกำจัด EHEC O26 ที่ 90 และ 99% โดยไม่มีการกลับมาเจริญเติบโตได้อีก เท่ากับ 5.4 และ 8.1 mW s $cm.^{-2}$

3) จากการทดลองพบว่าเมื่อใช้แสงที่สายตามองเห็นได้จากหลอด Fluorescent ส่องโดนแบคทีเรียที่ผ่านการได้รับรังสีอัลตราไวโอเลตมาแล้วพบว่า แบคทีเรีย EHEC O26 มีการกลับมาเจริญเติบโตได้อีก แต่ไม่พบในแบคทีเรีย EHEC O157:H7

4) ปริมาณรังสีอัลตราไวโอเลตที่มีประสิทธิภาพในการกำจัด EHEC O26 ที่ 90% เมื่อมีการกลับมาเจริญเติบโตใหม่ เท่ากับ 12.0 mW s $cm.^{-2}$

Yung และ Young (1998) ได้ทำการศึกษาปฏิกิริยาของก๊าซ 1,1-dichloroethylene(DCE), trichloroethylene (TCE) และ perchloroethylene (PCE) ในกระแสอากาศเมื่อได้รับรังสีอัลตราไวโอเลต และ UV/O_3 พบว่า

1.) เมื่อมีการเพิ่มก๊าซโอโซนในกระบวนการUV/O_3 จะทำให้สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการบำบัด TCE แต่หากเพิ่มในปริมาณมากเกินพอจะทำให้ประสิทธิภาพลดลง
2.) ในการเพิ่มประสิทธิภาพในการย่อยสลาย TCE พบว่าการเพิ่มความเข้มข้นของรังสีอัลตราไวโอเลตจะทำให้อัตราการเพิ่มประสิทธิภาพสูงกว่าการเพิ่มก๊าซโอโซน
3.) ปัจจัยของจำนวนคลอรีนอะตอมใน C=C bond ในสารประกอบคลอรีนมีผลโดยตรงการย่อยสลายสารประกอบคลอรีนโดยรังสีอัลตราไวโอเลตและรวมไปถึงเปอร์เซ็นต์ก๊าซโอโซนที่ใช้เพิ่มประสิทธิภาพในการย่อยสลายด้วย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3

แผนการ และการดำเนินการวิจัย

3.1 แผนการวิจัย

การวิจัยนี้จะทำการศึกษาถึงผลของ ความขุ่น , สารอินทรีย์ (Humic Acid , Lignin , Tannic Acid) ในน้ำดิบที่มีต่อประสิทธิภาพในการบำบัดโคลิฟาจโดยรังสีอัลตราไวโอเลต โดยการทดลองนี้จะทำในห้องปฏิบัติการภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และห้องปฏิบัติการทางชีววิทยาของบริษัทอาควานิชิฮาร่า คอร์ปอเรชั่น จำกัด

ตัวแปรต่างๆที่ใช้ในการทดลองนี้ สามารถแบ่งออกเป็น 3 แบบด้วยกันคือ

3.1.1 ตัวแปรอิสระ (Independent Variables)

การศึกษาวิจัยนี้กระทำขึ้นเพื่อศึกษาหาผลกระทบของระยะเวลาที่น้ำดิบสัมผัสกับรังสีอัลตราไวโอเลต และผลกระทบของ ความขุ่น , สารอินทรีย์(Humic acid , Lignin & Tannin)ในน้ำดิบที่มีต่อประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำดิบที่ปนเปื้อนโคลิฟาจ ดังนั้นตัวแปรอิสระก็คือ

1. ความขุ่น(โดยใช้ดินคาโอลินผสมกับน้ำสะอาดที่ผ่านการกรองจากเครื่อง RO โดยให้มีค่าความขุ่นที่ 5, 10, 20, 30 เอ็นทียู)
2. ความเข้มข้นของ Humic Acid ในน้ำดิบ(0.5 , 1.0 , 3.0 , 5.0 มิลลิกรัม / ลิตร)
3. ความเข้มข้นของ Tannic Acid (0.5 , 1.0 , 3.0 , 5.0 มิลลิกรัม / ลิตร)
4. ความเข้มข้นของ Sodium Lignin Sulfonate (0.5 , 1.0 , 3.0 มิลลิกรัม / ลิตร)

โดยในการทดลองนี้จะทำการทดลองและเก็บตัวอย่างน้ำซึ่งได้รับรังสีอัลตราไวโอเลตอย่างต่อเนื่องไปวิเคราะห์หาปริมาณโคลิฟาจเป็นระยะๆ ตามเวลา (0, 0.5, 1, 5, 10, 30, 60 นาที)

3.1.2 ตัวแปรตาม (Dependent Variables)

ในการทดลองนี้ตัวแปรตามเป็นค่าที่แปรเปลี่ยนไปเมื่อเปลี่ยนค่าตัวแปรอิสระ ได้แก่ปริมาณโคลิฟาจ ในน้ำดิบที่เหลือในน้ำที่สัมผัสรังสีในช่วงเวลาต่างๆ

3.1.3 ตัวแปรคงที่ (Fixed Variables)

ตัวแปรซึ่งกำหนดให้มีค่าคงที่ตลอดการทดลองมีหลายตัวแปร ซึ่งแต่ละตัวแปรและค่าที่ควบคุมในการทดลองให้คงที่นั้น มีดังต่อไปนี้ คือ

1. ความยาวคลื่นของรังสีอัลตราไวโอเลต 253.7 นาโนเมตร
2. ความยาวของหลอดรังสีอัลตราไวโอเลต 390 มิลลิเมตร ขนาด 50 วัตต์
3. ชนิดของไวรัส คือ โคลิฟาจ
4. ความเร็วน้ำที่ไหลผ่านหลอดรังสีอัลตราไวโอเลต 0.45 เมตร/นาที
5. ปริมาณของ โคลิฟาจ เมื่อเริ่มต้นมีค่าเท่ากับ 10^6 - 10^7 พีเอฟยู / มิลลิลิตร
6. อุณหภูมิของน้ำดิบ 25 องศาเซลเซียส
7. ค่า pH 7-8

3.2 น้ำดิบที่ใช้ในการทดลอง

น้ำดิบที่ใช้ในการทดลองนี้จะเป็นน้ำเสียที่สังเคราะห์ขึ้นในห้องปฏิบัติการ โดยเพื่อให้สามารถควบคุมคุณลักษณะของน้ำเสียให้ได้ตามต้องการ น้ำเสียสังเคราะห์นี้จะได้มาจากการนำน้ำประปามาผ่านการกรองด้วยเครื่อง Reverse Osmosis แล้วจึงนำมาผสมกับสต็อกโคลิฟาจที่เตรียมไว้ (ซึ่งผ่านการวิเคราะห์หาความเข้มข้นของโคลิฟาจมาเรียบร้อยแล้ว) โดยให้มีความเข้มข้นของโคลิฟาจในท้ายที่สุดหลังจากเจือจางแล้วประมาณ 10^6 - 10^7 พีเอฟยู / มิลลิลิตร

<u>การเตรียมตัวอย่างน้ำ</u>

ตัวอย่างน้ำที่ใช้ในการทดลองมี 5 ชนิด คือ

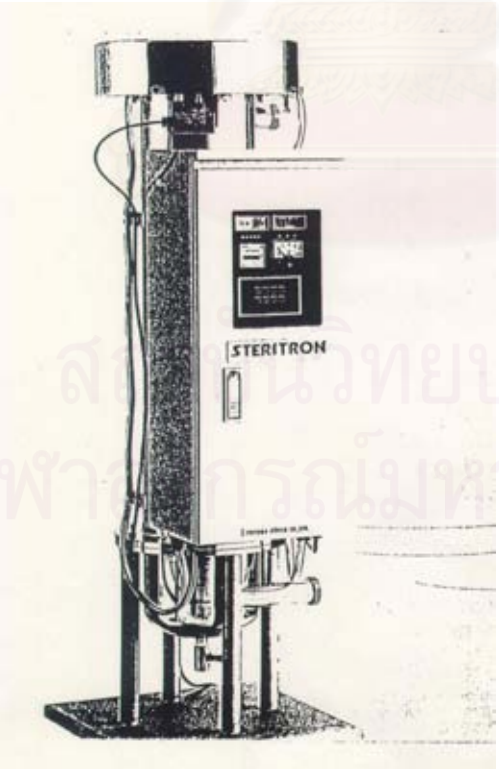
1. น้ำดิบ : ทำการเตรียมตามที่อธิบายแล้วในข้างต้น
2. น้ำดิบ+ความขุ่น: เตรียมขึ้นโดยการผสมดินคาโอลินลงในน้ำดิบ(ใช้ดินคาโอลินประมาณ 150 มิลลิกรัมต่อน้ำดิบ 1 ลิตร จะได้ค่าความขุ่นประมาณ 200 เอ็นทียู)
3. น้ำดิบ+HUMIC ACID : โดยนำ HUMIC ACID มาผสมกับน้ำดิบจนได้ค่าความเข้มข้นของ HUNIC ACID ในน้ำดิบตามที่ต้องการ

4. น้ำดิบ+TANNIC ACID : โดยนำ TANNIC ACID มาผสมกับน้ำดิบจนได้ค่าความเข้มข้นของ TANNIC ACID ในน้ำดิบตามที่ต้องการ
5. น้ำดิบ+LIGNIN : โดยนำ SODIUM LIGNIN SULFONATE มาผสมน้ำดิบจนได้ค่าความเข้มข้นของ LIGNIN ในน้ำดิบตามที่ต้องการ

3.3 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

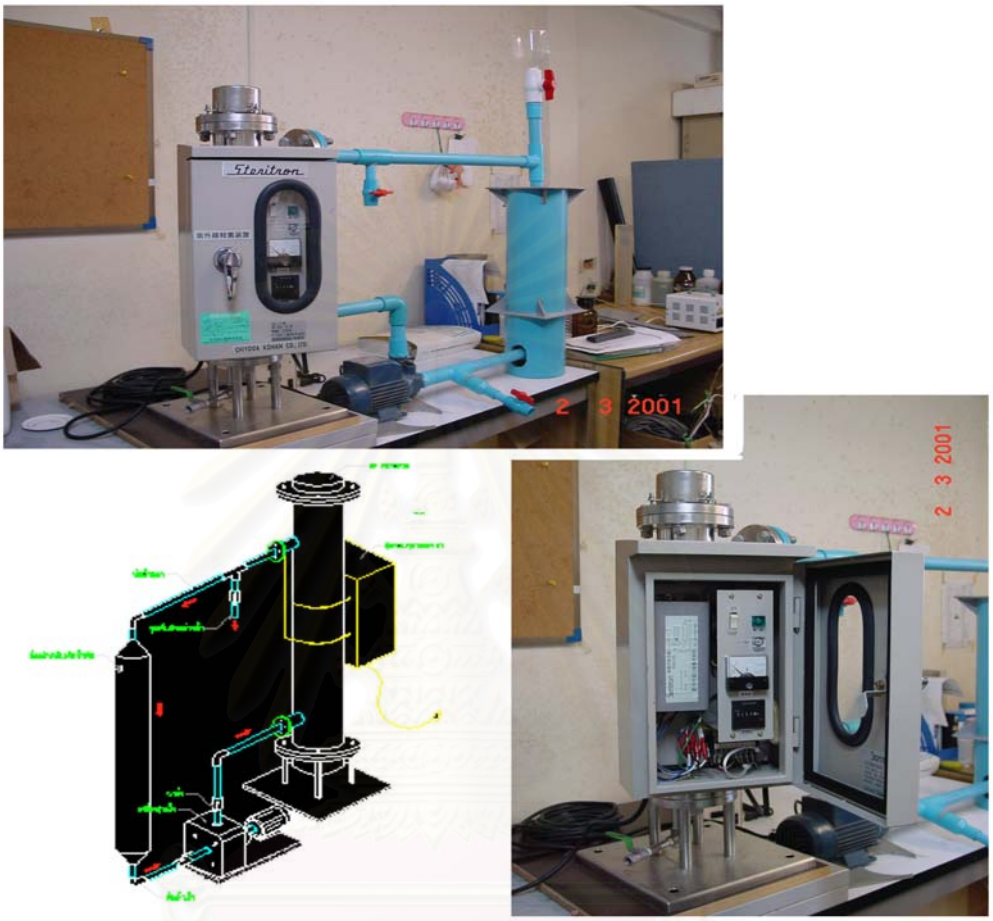
อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง ประกอบด้วย

1.) ถังบรรจุน้ำดิบขนาด 7 ลิตร
2.) หม้อแปลงกระแสไฟฟ้าจาก 220 volt เป็น 110 volt
3.) ชุดหลอดรังสีอัลตราไวโอเลต รุ่น SDX-1/2 ของ Chiyoda Kohan (รูปที่ 3.1)
4.) เครื่องสูบน้ำหอยโข่ง (Centrifugal Pump) 1 ลบ.ม./ชม.
5.) เครื่องวัดอุณหภูมิ
6.) ท่อ ข้อต่อ และ วาล์วต่างๆ



Model	SX-1/2
Flow Rate	1 m3/hr.
No. of lamp	1
Power (V.)	100
Supply (A.)	0.5
Width(m.)	0.28
Length(m.)	0.35
Hight(m.)	0.75
Weigth(kg.)	30

รูปที่ 3.1 เครื่องกำเนิดรังสีอัลตราไวโอเลตที่ใช้ในการวิจัย



รูปที่ 3.2 แผนภาพแสดงการติดตั้งเครื่องมืออุปกรณ์ในการวิจัย

3.4 วิธีการดำเนินการวิจัย

ในการดำเนินการวิจัยจะทำการสูบน้ำดิบจากในถังเก็บ(โดยภายในถังจะมีเครื่องกวนผสมกวนอยู่ตลอดเวลาเพื่อผสมให้น้ำดิบมีลักษณะเดียวกันทั่วทั้งถัง) ผ่านหลอดกำเนิดรังสีอัลตราไวโอเลต โดยจะเปลี่ยนชนิดและความเข้มข้นของสารปนเปื้อนที่ผสมในน้ำตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองดังตารางแสดงชุดการทดลอง ดังนี้

ลำดับที่	ชนิดน้ำตัวอย่าง	จำนวนชุดการทดลอง
1	น้ำดิบ	3
2	น้ำดิบ+ความขุ่น(5,10,20,30 NTU)	12
3	น้ำดิบ+Humic acid(0.5,1.0,3.0,5.0 mg/l)	12
4	น้ำดิบ+Tannic acid(0.5,1.0,3.0,5.0 mg/l)	12
5	น้ำดิบ+Lignin (0.5,1.0,3.0 mg/l)	9
6	น้ำดิบ+ความขุ่น+Humic acid	48
7	น้ำดิบ+ความขุ่น+Tannic acid	48
8	น้ำดิบ+ความขุ่น+Lignin	36
9	น้ำดิบ+Humic acid+Tannic acid	48
10	น้ำดิบ+Humic acid+Lignin	36
11	น้ำดิบ+Humic acid+Tannic acid+Lignin	144
รวมจำนวนชุดการทดลอง		**408**

3.4.1. การทดลอง

หลังจากเตรียมตัวอย่างน้ำตามที่แสดงในตารางข้างต้นในแต่ละชุดการทดลองแล้ว จากนั้นจะเริ่มสูบน้ำตัวอย่างเข้าผ่านหลอดรังสีอัลตราไวโอเลตเพื่อให้น้ำตัวอย่างได้สัมผัสรังสี และเริ่มจับเวลาในการที่น้ำตัวอย่างเริ่มสัมผัสรังสี โดยในแต่ละช่วงเวลาจะมีการเก็บตัวอย่างน้ำจากถังเก็บน้ำตัวอย่างเพื่อมาทำการวิเคราะห์หาปริมาณโคลิฟาจพร้อมทั้งบันทึกช่วงเวลาไว้และนำมาเขียนกราฟว่ามีลักษณะการลดลงเป็นไปในลักษณะใด

โดยช่วงระยะเวลาในการเก็บตัวอย่างน้ำเสียเพื่อนำมาวิเคราะห์หาปริมาณโคลิฟาจและสรุปผลหาประสิทธิภาพของหลอดรังสีอัลตราไวโอเลต จะกำหนดตามระยะเวลาการวนครบรอบของน้ำดิบในระบบ (Run Time) โดยสามารถแสดงได้ดังสมการคือ

ระยะเวลาที่น้ำดิบไหลวนครบรอบ , $T = \frac{\text{ปริมาตรของน้ำทั้งหมดในระบบ}}{\text{อัตราการไหลของน้ำดิบในระบบ}}$ .....(3.1)

หรือ $T_1 = (V1+V2+V3 / Q)$

เมื่อ T_1 = ระยะเวลาที่น้ำไหลวนครบ 1 รอบ

V1 = ปริมาณน้ำในระบบท่อทั้งหมด

V2 = ปริมาณน้ำใน UV reactor

V3 = ปริมาณน้ำในถังน้ำดิบ

Q = อัตราการไหลของน้ำที่หมุนเวียนอยู่ในระบบ

ดังนั้นถ้าระยะเวลา Run Time = n รอบจะมีค่าเท่ากับ $n*T_1 = T_{Run}$

โดย ระยะเวลาที่น้ำเสียสัมผัสรังสีใน 1 รอบ = V2 / Q และเมื่อที่ระยะเวลา Run Time = n รอบ จะได้ว่า $T_{Exp} = n*V2 / Q$ ซึ่งจะได้ความสัมพันธ์ระหว่าง Run Time และ Exposure Time คือ

$$\frac{T_{Exp}}{T_{Run}} = \frac{n * V2 / Q}{n * (V1+V2+V3) / Q} \qquad \text{.....(3.2)}$$

$$T_{Exp} = [\, V2 / (V1+V2+V3) \,] * T_{Run} \qquad \text{.....(3.3)}$$

เมื่อ Exposure Time, T_{Exp} =ระยะเวลาที่น้ำสัมผัสกับรังสีอัลตราไวโอเลต

โดยในการทดลองนี้จะมีการทำความสะอาดหลอดแก้วควอทซ์ (ซึ่งหุ้มครอบหลอดกำเนิดรังสีอัลตราไวโอเลตไว้ไม่ให้สัมผัสน้ำโดยตรง)ทุกครั้งก่อนที่จะเริ่มทำการทดลอง เพื่อไม่ให้มีสิ่งใดมาบดบังรังสีอัลตราไวโอเลตได้ ซึ่งวิธีในการทำความสะอาดหลอดแก้วควอทซ์นี้จะใช้วัสดุที่นุ่มขัดทำความสะอาด

3.4.2. การเก็บตัวอย่าง และการบันทึกผลการทดลอง

ข้อมูลที่ต้องการวิเคราะห์ คือ ปริมาณของโคลิฟาจในน้ำดิบ วิธีใช้ทำการตรวจสอบด้วยวิธี Plaque assay

ตัวอย่างตารางการเก็บข้อมูล

วันที่ ____ / ____ / ____ การทดลองชุดที่ ____

ค่าความขุ่น (Turbidity) …….. NTU

ค่าความเข้มข้น HUMIC ACID …….. mg/l

ค่าความเข้มข้น TANIC ACID …….. mg/l

ค่าความเข้มข้น SODIUM LIGNIN SULFONATE …….. mg/l

เวลา T run	เวลา T exp	% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้			จำนวนไวรัส	ประสิทธิภาพ	Survival ratio
(นาที)	(นาที)		1:	1	2	3	(เฉลี่ย)		(N\No)
0 0.5 1 5 10 30 60									

3.4.3 ผลที่คาดว่าจะได้รับจากการทดลอง

1. เมื่อนำปริมาณโคลิฟาจที่วิเคราะห์ได้จากน้ำตัวอย่างที่ผ่านการฉายรังสีอัลตราไวโอเลตที่ช่วงระยะเวลาต่างๆและเวลาที่เก็บน้ำตัวอย่างมาเขียนเป็นกราฟ จะได้เส้นกราฟซึ่งแสดงถึงประสิทธิภาพในการบำบัดโคลิฟาจของหลอดรังสีอัลตราไวโอเลตนั้น
2. และเมื่อเพิ่มสารปนเปื้อนต่างๆลงไปในน้ำดิบ และนำค่าปริมาณโคลิฟาจที่วิเคราะห์ได้จากน้ำตัวอย่างที่ผ่านการฉายรังสีอัลตราไวโอเลตที่ช่วงระยะเวลาต่างๆ และเวลาที่เก็บน้ำตัวอย่างมาเขียนเป็นกราฟ จะได้เส้นกราฟซึ่งแสดงถึงปัจจัยต่างๆ (ทั้ง ชนิด ปริมาณและความเข้มข้น) ที่มีผลต่อประสิทธิภาพในการบำบัดโคลิฟาจ

3.5 การเตรียมการทดลอง

3.5.1. การเพาะหาเชื้อโคลิฟาจเพื่อใช้ในการวิจัย

3.5.1.1 อาหารเพาะเชื้อ (Culture media) และสารเคมีที่ใช้

อาหารเพาะเชื้อ ประกอบด้วย

3.5.1.1.1 EMB agar เป็นอาหารสำหรับการเพาะ โคไลฟอร์มแบคทีเรีย (Coliform bacteria)

3.5.1.1.2 Tryptic(ase) soy agar (TSA) ใช้สำหรับเก็บรักษา *E.Coli* stock

3.5.1.1.3 Trytic(ase) soy broth (TSB)

3.5.1.1.4 Agar agar

อาหารเพาะเชื้อที่ใช้ในการทดลองเป็นอาหารเพาะเชื้อสำเร็จรูป ดังนั้นการเตรียมอาหารเพาะเชื้อดังกล่าว ให้ปฏิบัติตามคำแนะนำของผู้ผลิต

สารเคมีที่ใช้ในการเพาะเชื้อ ประกอบด้วย

3.5.1.1.5 Glycerine

3.5.1.1.6 2,3,5-triphenyl tetrazolium chloride (TPTZ) ใช้เป็นสีย้อมช่วยในการสังเกตุพลัก(Plaque)ที่ขึ้น

3.5.1.1.7 Ethyl alcohol

3.5.1.1.8 Ammonium nitrate(NH_4NO_3)

3.5.1.1.9 Strontium nitrate (Sr(NO3)2)

35.1.1.10 น้ำกลั่น

3.5.1.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการเพาะหาเชื้อโคลิฟาจ ประกอบด้วย

3.5.1.2.1 หม้อนึ่งอัดไอ (autoclave) ของ Hirayama รุ่น HA-3D

3.5.1.2.2 ตู้บ่มเพาะเชื้อ (incubator) ของ Heraeus รุ่น KB 900

3.5.1.2.3 ตู้อบ (oven) ของ WTB binder รุ่น F-115

3.5.1.2.4 เครื่องช่วยนับโคโลนี ของ American Optical รุ่น 3330

3.5.1.2.5 เครื่องเสปกโทรโฟโตมิเตอร์ ของ Shimadzu รุ่น UV - 1201

3.5.1.2.6 เครื่องเขย่าหลอด (vortex mixer) ของ Scientific Industries รุ่น G 560

3.5.1.2.7 ชุดเยื่อกรอง ของ Millipore ขนาด 47 มิลลิเมตร

3.5.1.2.8 เครื่องสูบสูญญากาศ ของ Makashi Seisakusho รุ่น RP-S 50H

3.5.1.3 การเพาะแบคทีเรีย สำหรับเป็นอาหารของไวรัส(Host bacterium) มีวิธีการดังนี้

3.5.1.3.1 เลือกเก็บตัวอย่างน้ำจากสถานที่ที่จะมีอีโคไล ซึ่งเป็น host ของไวรัส เช่น รางระบายน้ำใกล้กับห้องน้ำ เนื่องจากอีโคไลจะปะปนมากับอุจจาระมนุษย์

3.5.1.3.2 ทำการ inoculate ตัวอย่างน้ำข้างต้นบน EMB agar

3.5.1.3.3 นำไปบ่มในตู้บ่มเพาะเชื้อ (incubator) อุณหภมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

3.5.1.3.4 เมื่อครบ 24 ชั่วโมง นำจานเพาะเชื้อ (Petri dish) จากตู้บ่มเพาะเชื้อออกมาสังเกตุดูจะปรากฏลักษณะของโคไลฟอร์ม แบคทีเรีย เป็นแถบ จุด หรือ ขีดสีทอง ซึ่งเป็นเชื้อแบคทีเรียผสม(mixed culture)นอกจากการแสดงลักษณะเงาโลหะสีทองบนโคโลนี ซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะของโคไลฟอร์ม แบคทีเรียแล้ว จะทำการตรวจสอบอีโคไลที่ได้ โดยการย้อมแบคทีเรียแบบแกรม(Gram stain)และส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์(ภาคผนวก ค) โดยลักษณะเฉพาะของโคไลฟอร์มแบคทีเรีย จะมีรูปร่างเป็นแท่ง ย้อมติดสีแกรมลบ ไม่มีสปอร์

3.5.1.3.5 จากเชื้อผสมที่ได้ นำไปแยกเชื้อให้บริสุทธิ์(pure culture)โดยวิธี cross streak plate(ภาคผนวก ง)

3.5.1.3.6 ทำการแยกเชื้อหลายๆครั้ง จนได้เชื้อที่บริสุทธิ์ของอีโคไล

3.5.1.3.7 ทำการ inoculate อีโคไลที่บริสุทธิ์แล้ว ลงใน Nutrient agar หลังจากนั้นนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 ชั่วโมง จึงนำไปเป็น host stock สำหรับใช้ในการตรวจสอบไวรัส หากจำเป็นจะต้องเก็บ ควรเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

3.5.1.4 การตรวจสอบไวรัสด้วยวิธีพลักแอสเส (Plaque Assay)

เป็นการหาปริมาณไวรัสในตัวอย่างน้ำ โดยวิธีของ AWWA (1992) ซึ่งมีการดัดแปลงบางส่วนเพื่อให้เหมาะสม และสามารถใช้งานได้จริงดังนี้

3.5.1.4.1 การเตรียม Modified tryptic(ase) soy agar (MTSA)

TSB	30.00	g.
NH_4NO_3	1.60	g.
$Sr(NO_3)_2$	0.21	g.
agar-agar	15.00	g.
น้ำกลั่น	1.00	liter

ละลายส่วนผสมข้างต้นโดยนำไปต้มให้เดือดแบ่งใส่หลอดฝาเกลียว(screw-capped tube) หลอดละ 5.5 มิลลิลิตร นำไปสเตอริไลส์ด้วยหม้อนึ่งอัดไอ ถ้าต้องการเติมสีย้อมให้เติม TPTZ ลงไปหลังจากสเตอริไลส์แล้ว และนำไปเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เพื่อไม่ให้วุ้นแข็งตัว

3.5.1.4.2 การเตรียม Cell suspension

เตรียม TSB ตามปริมาตรที่ต้องการ แล้วเติม glycerine 10% (W/V) ทำการอุ่นสารละลายแล้วสเตอริไลส์ด้วยหม้อนึ่งอัดไอ จากนั้นทิ้งให้เย็น เก็บส่วนหนึ่งใส่หลอดฝาเกลียวไว้ทำ blank ทำการ inoculate *E.coli* จาก stock (1.3) ที่เตรียมไว้ลงในสารละลายข้างต้น นำไปเข้าตู้บ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส นาน 5 ชั่วโมง หรือจนกระทั่งสารละลายที่ได้ (Cell suspension) มีค่า optical density (absorbence) เท่ากับ 0.5 ที่ 520 นาโนเมตร วัดโดยเครื่องสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ ถ้าต้องการเพิ่มปริมาณ Cell suspension ทำได้โดยการเติม Cell suspension ต่อ TSB เท่ากับ 1 ต่อ 20 โดยปริมาตร นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง สำหรับ Cell suspension ที่เตรียมได้ สามารถเก็บแช่แข็งในตู้เย็นได้นาน 6 เดือน เพื่อใช้เตรียม Cell suspension ครั้งต่อไป ซึ่งควรเตรียมใหม่ทุกครั้งที่จะนำมาใช้

3.5.1.4.3การเตรียมตัวอย่างน้ำเพื่อให้จำนวนพลัก ที่เกิดในจานเพาะเชื้ออยู่ระหว่าง 20 ถึง 200 พลัก โดยการเจือจางตัวอย่างน้ำด้วย TSB ที่ผ่านการสเตอริไลส์แล้ว

3.5.1.4.4 ผสม Cell suspension 1 มิลลิลิตร และตัวอย่างน้ำ หรือ ตัวอย่างน้ำที่เจือจางแล้ว 0.5 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน เติมลงในหลอด MTSA ที่ทำให้อุณหภูมิลดลงเหลือประมาณ 45 องศาเซลเซียส เขย่าให้เข้ากัน

3.5.1.4.5 เทส่วนผสมในข้อ1.4.4 ลงในจานเพาะเชื้อที่ผ่านการสเตอริไลส์แล้ว หลังจากที่ส่วนผสมในจานเพาะเชื้อแข็งตัว นำเข้าตู้บ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส นาน 18-24 ชั่วโมง

3.5.1.4.6 นับจำนวนพลักที่เกิดขึ้นบนจานเพาะเชื้อ ดังรูปที่ 3.2 โดยใช้เฉพาะจานเพาะเชื้อที่มีจำนวนพลักระหว่าง 20 ถึง 200 พลักเท่านั้น

3.5.1.4.7 คำนวณหาจำนวนไวรัสในตัวอย่างน้ำตามสูตรข้างล่างนี้ แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ยกับค่าที่ได้จากจานเพาะเชื้อที่ใช้ตัวอย่างน้ำเหมือนกัน โดยทั่วไปจะทำซ้ำ 3 ค่า

$$\text{จำนวนไวรัสในตัวอย่างน้ำ (พีเอฟยู/มิลลิลิตร)} = \frac{\text{จำนวนพลัก X อัตราการเจือจางของตัวอย่างน้ำ}}{\text{ปริมาตรของตัวอย่างน้ำ}} \quad \text{.....(3.4)}$$

3.5.1.5 การเตรียมสต็อกโคลิฟาจ (stock coliphage)

เป็นการเตรียมเชื้อโคลิฟาจเพื่อนำมาใช้ในการวิจัย โดยมีขั้นตอนดังนี้

3.5.1.5.1 เก็บน้ำเสียจากท่อระบายน้ำมาทำพลักแอสเส

3.5.1.5.2 เมื่อมีไวรัสก่อรูปพลักขึ้นให้เขี่ยพลักที่เกิดขึ้นใส่ใน Cell suspension *E. coli* นำเข้าตู้บ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส นาน 4 ชั่วโมง หรือจน Cell suspension ใส

3.5.1.5.3 นำไปกรองผ่านแผ่นกรอง cellulose nitrate ขนาด 0.45 ไมครอนเพื่อแยก *E.coli* ออก สารละลายที่ได้ คือ สต็อกโคลิฟาจ แต่ความเข้มข้นที่ได้ไม่สูงนัก

3.5.1.5.4 เพิ่มความเข้มข้นของสต็อกโคลิฟาจ โดยนำสต็อกโคลิฟาจที่ได้จากข้อ 1.5.3 ใส่ใน Cell suspension ในอัตราส่วน สต็อกโคลิฟาจ ต่อ Cell suspension เท่ากับ 1 ต่อ 10 นำเข้าตู้บ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส นานประมาณ 4 ชั่วโมง หรือ Cell suspension ใส นำไปกรองผ่านแผ่นเยื่อกรอง และนำส่วนใสไปทำพลักแอสเส

3.5.1.5.5 ทำตามวิธีในข้อ 1.5.4 จนกระทั่งได้ความเข้มข้นของสต็อกโคลิฟาจสูงขึ้นตามต้องการ โดยจะเตรียมได้สูงสุดประมาณ 10^{10} - 10^{11} พีเอฟยู/มิลลิลิตร

บทที่ 4

ผลการทดลองและการวิจารณ์ผล

4.1 ตัวอย่างในการวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์การกำจัดโคลิฟาจ

จากผลการทดลองจะได้ตารางแสดงการลดลงของปริมาณโคลิฟาจในน้ำดิบที่เวลาต่างๆ และเมื่อนำค่าอัตราส่วนระหว่างปริมาณโคลิฟาจที่เหลืออยู่ ณ เวลาใดๆต่อปริมาณโคลิฟาจเริ่มต้น หรือที่เรียกว่า Survival ratio (N/No) ที่เวลาใดๆ มาเขียนกราฟความสัมพันธ์กับระยะเวลาที่น้ำดิบสัมผัสรังสี (t,min) โดยกำหนดให้แกน X เป็นแกนของเวลา(t) และให้แกน Y เป็นแกนของ ln(N/No) ลักษณะของกราฟโดยส่วนใหญ่ในการทดลองจะแสดงให้เห็นแนวโน้มการลดลงอย่างรวดเร็วของ survival ratio ในช่วงระยะเวลา 4 นาทีแรก และต่อจากนั้นการลดลงนี้จะเปลี่ยนไปเป็นแบบช้าๆเมื่อผ่านระยะเวลานี้ออกไปแล้ว ดังนั้นในการวิจัยนี้จะกำหนดขอบเขตในการศึกษาเพื่อหาอัตราการลดลงของโคลิฟาจในช่วง 4 นาทีแรกเท่านั้น หลังจากนั้นจะทำการหาเส้นแนวโน้มและหาสมการของเส้นแนวโน้มนั้น โดยสมการของเส้นแนวโน้มที่หาได้นั้นจะมีลักษณะเป็นดังนี้คือ

$$N = No * e^{-kt} \quad \text{.....(4.1)}$$

โดยที่ N = ปริมาณโคลิฟาจ ณ เวลาใดๆ (PFU / ml)

No = ปริมาณโคลิฟาจเริ่มต้น (PFU / ml)

k = ค่าคงที่สัมประสิทธิ์ของการกำจัดโคลิฟาจ ($min.^{-1}$)

และ t = ระยะเวลาที่น้ำสัมผัสกับรังสี (min.)

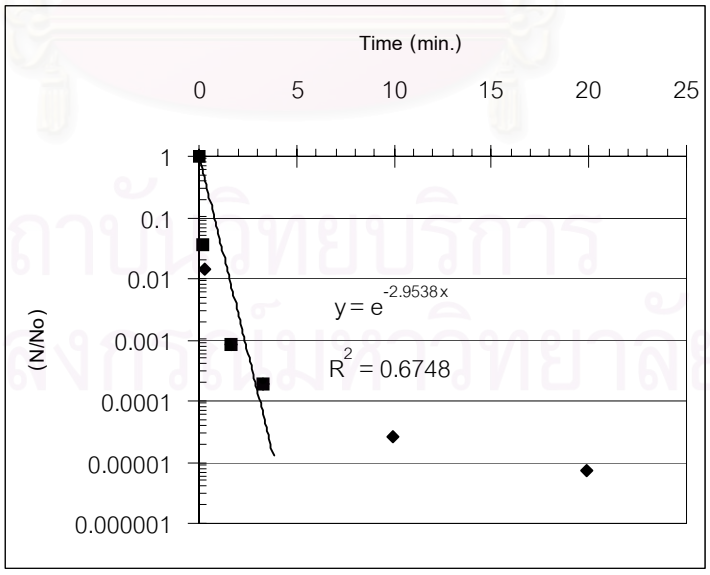
และจากค่าสัมประสิทธิ์ของการกำจัดโคลิฟาจ (k) ที่ได้จากแต่ละกราฟของแต่ละชุดการทดลอง จะนำมาทำการหาค่าสัมประสิทธิ์ของการกำจัดโคลิฟาจเฉลี่ย (n=3) เพื่อใช้เป็นตัวแทนในการหาความสัมพันธ์ของการลดลงของค่า k เมื่อชนิดและความเข้มข้นของสารปนเปื้อนที่มีอยู่ในน้ำดิบเปลี่ยนไป ซึ่งสามารถแสดงตัวอย่างได้ดังนี้

ตารางที่ 4.1 ตัวอย่างแสดงผลการทดลองชุดการทดลองที่ 1 กรณีที่น้ำดิบไม่มีสารปนเปื้อน

ชุดการทดลองที่ 1 น้ำดิบ + โคลิฟาจ

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก			จำนวน	ประสิทธิภาพ		Survival
(นาที)	(นาที)	10^n		ที่นับได้ในplateที่			ไวรัส	ในการกำจัดโคลิฟาจ		ratio
T_{run}	T_{exp}	N=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	49	50	50	9.93E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	15	19	19	3.53E+06	96.44%	1.449	0.03557
1	0.33	4	10,000	67	69	73	1.39E+06	98.60%	1.853	0.01403
5	1.66	3	1,000	39	41	43	8.20E+04	99.92%	3.083	0.00083
10	3.32	2	100	94	95	98	1.91E+04	99.98%	3.715	0.00019
30	9.95	1	10	125	130	137	2.61E+03	99.997%	4.580	0.00003
60	19.90	1	10	35	38	39	7.47E+02	99.9992%	5.124	0.00001

และจากตารางข้างต้นเมื่อทำการทดลองและหาค่า Survival ratio ได้แล้วจะนำมาเขียนกราฟ จะได้ลักษณะของกราฟดังตัวอย่างข้างล่างนี้ ซึ่งจากกราฟจะแสดงให้เห็นการหาเส้นแนวโน้มเพื่อหาสมการของเส้นแนวโน้มและจะได้ค่า สัมประสิทธิ์การกำจัดโคลิฟาจ



รูปที่ 4.1ตัวอย่างกราฟการหาสมการของเส้นแนวโน้มการลดลงของ survival ratio ที่ระยะเวลาน้ำดิบสัมผัสรังสีภายใน 4 นาที สำหรับการทดลองชุดที่1

และหลังจากที่ได้ค่า k ของแต่ละชุดการทดลองจะมาทำการหาค่าเฉลี่ยของตัวอย่างน้ำดิบแต่ละชนิดดังนี้

ตารางที่ 4.2 ตัวอย่างตารางการหาค่า k เฉลี่ยของน้ำดิบที่ไม่มีสารปนเปื้อน

ชุดการทดลองที่	1	2	3	เฉลี่ย
$Y=e^{-kt}$, k=	2.9538	2.5135	3.0045	2.8239

ซึ่งจากการหาค่า k เฉลี่ย (n=3) ของแต่ละชนิดตัวอย่างน้ำดิบจะทำให้ได้ความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงค่า k เฉลี่ยดังนี้

ตารางที่ 4.3 ตัวอย่างตารางค่า k ที่ความขุ่นต่างๆ

ความขุ่น (NTU)	0	5	10	20	30
$Y=e^{-kt}$,k (1/min.) =	2.8239	2.0923	1.9959	1.9635	1.7160

4.2 ความสัมพันธ์ระหว่าง ระยะเวลาที่น้ำดิบสัมผัสรังสี (Exposure Time, T_{Exp}) กับ ระยะเวลาที่น้ำดิบวนครบรอบ (Run Time, T_{Run})

ในการทำการวิจัยครั้งนี้ เนื่องจากเป็นระบบปิด ระยะเวลาที่น้ำดิบสัมผัสกับรังสีในหนึ่งรอบของการไหลจะขึ้นอยู่กับปริมาตรความจุในส่วนต่างๆของอุปกรณ์ท่อทั้งหมดในการทำการวิจัยกับปริมาตรของ UV Reactor ดังนั้นก่อนทำการทดลองจึงได้ทำการวัดหาปริมาตรความจุในส่วนต่างๆของอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองได้ดังนี้คือ

V1 = ปริมาตรความจุของอุปกรณ์ท่อทั้งหมดในระบบ = 1.272 ลิตร

V2 = ปริมาตรความจุของถังน้ำดิบ = 6.696 ลิตร

V3 = ปริมาตรความจุของ UV Reactor = 2.643 ลิตร

ดังนั้นจะได้ว่า $T_{Exp} = [\ 2.643 / (\ 1.272+6.696+2.643)\ ]T_{Run}$

หรือ $T_{Exp} = 0.3316 * T_{Run}$ .....(4.2)

หรือกล่าวได้ว่าระยะเวลาที่น้ำดิบสัมผัสกับรังสีจริงมีค่าเท่ากับ 0.3316 เท่าของระยะเวลาที่ทำการทดลอง

4.3 ผลของเวลาที่น้ำดิบสัมผัสกับรังสีที่มีต่อประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ

จากผลการทดลองชุดที่ 1- 3 เมื่อทำการหาค่าสัมประสิทธิ์ของการกำจัดโคลิฟาจ (k ,$min.^{-1}$) ตามวิธีที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ทำให้สามารถหาค่าเฉลี่ยของค่าสัมประสิทธิ์ของการกำจัดโคลิฟาจในน้ำดิบที่ไม่มีสารปนเปื้อนได้มีค่าเท่ากับ 2.8239 $min.^{-1}$ (n=3) โดยจากการทดลองแสดงให้เห็นว่ารังสีอัลตราไวโอเลตมีประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจได้สูงถึง 99.9% , 99.99% , 99.999% ที่ระยะเวลาสัมผัสรังสีเท่ากับ 3.32 , 9.95 , 19.90 นาที

4.4 ผลของความเข้มข้นของสารปนเปื้อนที่มีผลต่อประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ

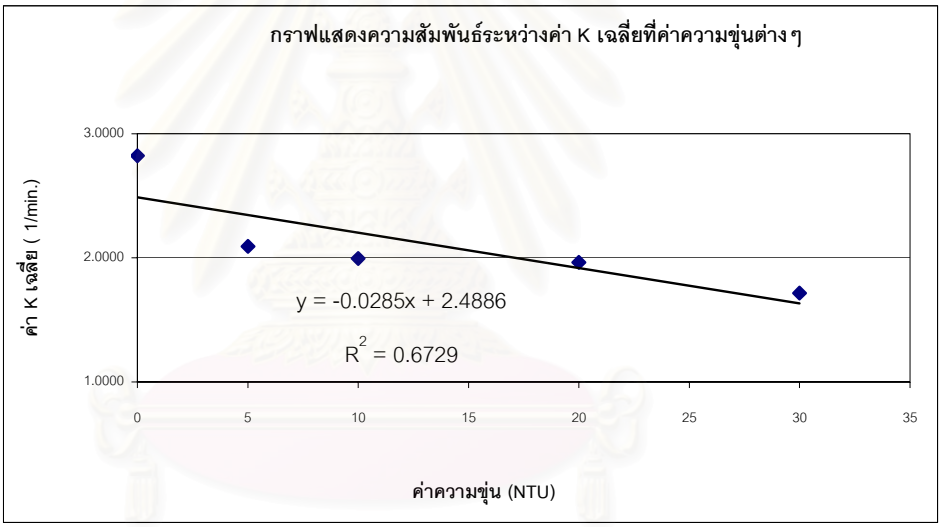
4.4.1 กรณีที่มีสารปนเปื้อนในน้ำดิบเพียงชนิดเดียว

1. ความขุ่น

จากผลการทดลองที่น้ำดิบมีสารปนเปื้อนเป็นค่าความขุ่นปริมาณต่างๆแตกต่างกัน (ชุดการทดลองที่ 4-15) พบว่าเมื่อน้ำดิบมีค่าความขุ่นสูงขึ้น จะส่งผลให้ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจลดลง หรือส่งผลทำให้ค่า survival ratio มีค่าเพิ่มขึ้น โดยจะพบว่าที่ระยะเวลาที่น้ำดิบสัมผัสกับรังสีมีค่าเท่ากับ 3.32 นาที เมื่อค่าความขุ่นสูงขึ้นจาก 0 NTU เป็น 5 , 10 , 20 , 30 NTU ตามลำดับ ก็จะส่งผลทำให้ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจลดลงจากเดิมเมื่อน้ำดิบที่ไม่มีความขุ่นเท่ากับ 99.9% เป็น 99.8% , 99.7% , 99.6% และ 99.3% ตามลำดับ หรือกล่าวได้ว่าทำให้ค่า survival ratio มีค่าเพิ่มขึ้นจาก 0.001 เป็น 0.002 , 0.003 , 0.004 และ 0.007 ตามลำดับ

และเมื่อศึกษาจากกราฟเส้นแนวโน้มของชุดการทดลองที่ 4-15 จะพบว่าเมื่อความขุ่นเพิ่มขึ้นจะทำให้ค่าสัมประสิทธิ์การกำจัดโคลิฟาจลดลงตามไปด้วยเช่นกัน โดยสาเหตุที่ความขุ่นมีผลทำให้ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจลดลง เนื่องมาจากอนุภาคของความขุ่นในน้ำมีความ

ทึบแสง สามารถบดบังรังสีที่จะเข้าไปสัมผัสกับโคลิฟาจโดยตรงได้ หรืออาจเป็นที่หลบซ่อนของโคลิฟาจไม่ให้สัมผัสถูกรังสีอัลตราไวโอเลตได้ จึงทำให้มีปริมาณโคลิฟาจจำนวนมากในช่วงแรกๆ ที่ไม่ได้สัมผัสกับรังสี ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำดิบที่ไม่มีสารปนเปื้อน จะพบว่ามีปริมาณโคลิฟาจที่เหลืออยู่สูงกว่าที่ระยะเวลาสัมผัสรังสีเท่าๆกัน จึงส่งผลให้จำเป็นต้องเพิ่มระยะเวลาที่น้ำดิบต้องสัมผัสกับรังสีให้มากขึ้นกว่าเดิมหากต้องการให้ประสิทธิภาพในการกำจัดมีค่าเท่าเดิม โดยสาเหตุดังกล่าวจึงมีผลทำให้ค่า k มีค่าลดลงเรื่อยๆเมื่อปริมาณค่าความขุ่นสูงขึ้น และเมื่อนำค่าเฉลี่ยของค่าสัมประสิทธิ์ของการกำจัดโคลิฟาจที่ทุกๆค่าความขุ่นมาเขียนกราฟความสัมพันธ์กับปริมาณค่าความขุ่นจะได้รูปสมการดังนี้ (กราฟรูปที่ 4.2)



รูปที่ 4.2กราฟการลดลงของค่า k (n=3) ที่ปริมาณค่าความขุ่นต่างๆ

จากกราฟรูปที่ 4.2 จะพบว่าการลดลงของค่า k ที่ค่าความขุ่นต่างๆมีความสัมพันธ์กัน โดยสามารถอธิบายได้ดังสมการต่อไปนี้

$$K, min.^{-1} = -0.0285*(\text{ค่าความขุ่น})+2.4886 \quad , \quad R^2 = 0.6729$$

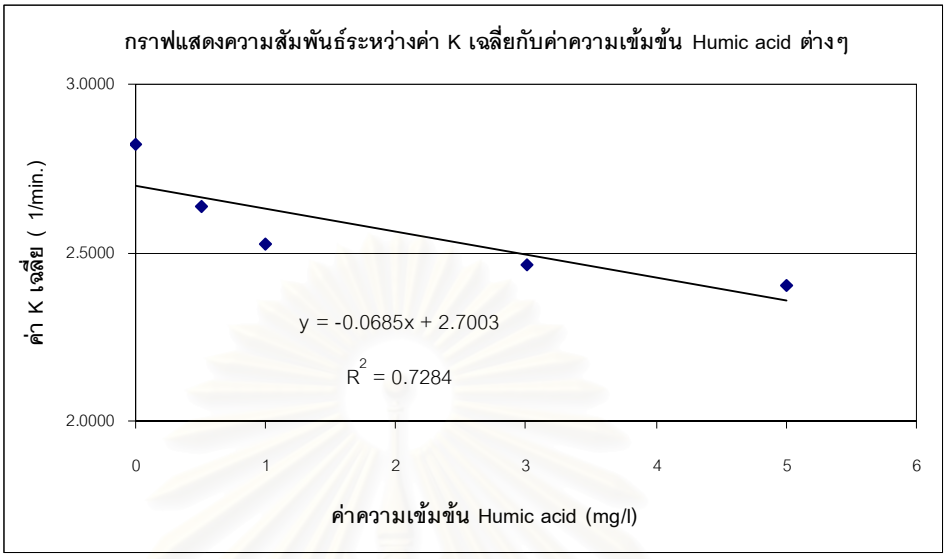
2. Humic acid

จากผลการทดลองที่น้ำดิบมีสารปนเปื้อนเป็น Humic acid ที่ความเข้มข้นต่างๆ (ชุดการทดลองที่ 16-27) พบว่าเมื่อน้ำดิบมีปริมาณของ Humic acid สูงขึ้น จะส่งผลให้ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจลดลง หรือส่งผลทำให้ค่า survival ratio มีค่าเพิ่มขึ้น เช่นเดียวกับการเพิ่มขึ้นของค่าความขุ่นในน้ำดิบ เพียงแต่ผลที่เกิดขึ้นไม่ส่งผลเท่ากับความขุ่น โดยจะพบว่าที่ระยะเวลาที่น้ำดิบสัมผัสกับรังสีมีค่าเท่ากับ 3.32 นาที เมื่อค่าความเข้มข้นของ Humic acid เพิ่มขึ้นจาก 0 mg/l เป็น 0.5 , 1.0 , 3.0 , 5.0 mg/l ตามลำดับ ก็จะส่งผลทำให้ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจลดลงจากเดิมเมื่อน้ำดิบที่ไม่มีสารปนเปื้อนเท่ากับ 99.96% เป็น 99.95% , 99.94% , 99.93% และ 99.89% ตามลำดับ หรือกล่าวได้ว่าทำให้ค่า survival ratio มีค่าเพิ่มขึ้นจาก 0.0014 เป็น 0.0015 , 0.0016 , 0.0017 และ 0.0021 ตามลำดับ

และเมื่อศึกษาจากกราฟเส้นแนวโน้มของชุดการทดลองที่ 16-27 จะพบว่าเมื่อค่าความเข้มข้นของ Humic acid เพิ่มขึ้นจะมีผลทำให้ค่าสัมประสิทธิ์การกำจัดโคลิฟาจลดลงตามไปด้วยเช่นกัน การที่ Humic acid เป็นสารประกอบอินทรีย์ที่มีการประกอบรวมกันของอะตอมต่างๆ ซับซ้อนทำให้โมเลกุลมีขนาดใหญ่ จึงส่งผลให้สารประกอบอินทรีย์ Humic acid มีความสามารถในการดูดซับรังสีอัลตราไวโอเลตได้ดี และรังสีอัลตราไวโอเลตยังสามารถเข้าไปทำลายแรงยึดเหนี่ยวระหว่างมวลที่ยึดเกาะติดกันอยู่ภายในของสารประกอบอินทรีย์ ทำให้รังสีอัลตราไวโอเลตสูญเสียพลังงานไปบางส่วนก่อนที่โคลิฟาจจะสัมผัสกับรังสี ด้วยสาเหตุนี้ Humic acid จึงมีผลต่อประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจในน้ำดิบ และเมื่อนำค่าเฉลี่ยของค่าสัมประสิทธิ์ของการกำจัดโคลิฟาจที่ทุกๆค่าความเข้มข้นมาเขียนกราฟจะได้รูปสมการของเส้นความสัมพันธ์ดังกราฟรูปที่ 4.3

จากกราฟรูปที่ 4.3 จะพบว่าการลดลงของค่า k ที่ค่าความเข้มข้นของ Humic acid ต่างๆมีความสัมพันธ์กัน โดยสามารถอธิบายได้ดังสมการต่อไปนี้

$$K, \text{min.}^{-1} = -0.0685 * (\text{Humic acid, mg/l}) + 2.7003 \quad , \quad R^2 = 0.7284$$



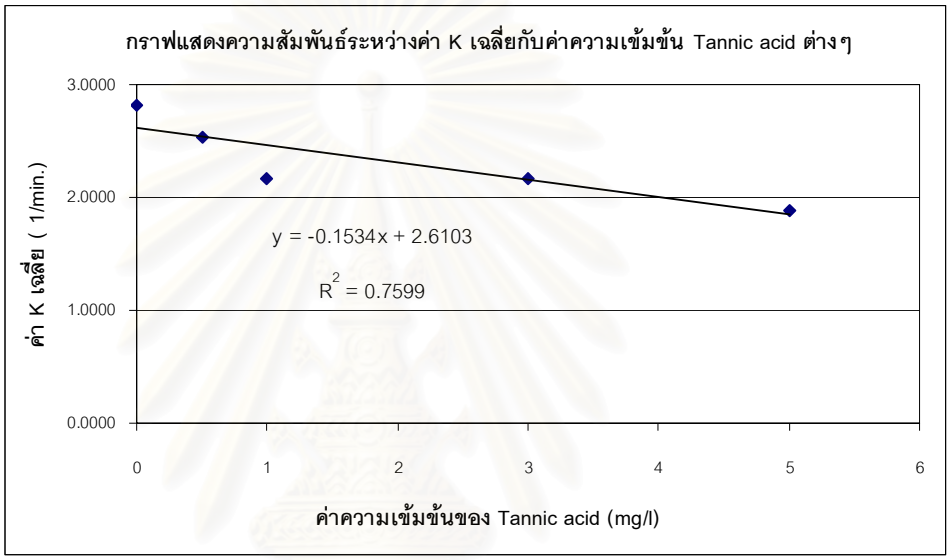
รูปที่ 4.3 กราฟการลดลงของค่า k (n=3) ที่ปริมาณค่าความเข้มข้นของ Humic acid ต่างๆ

3. Tannic acid

จากผลการทดลองที่น้ำดิบมีสารปนเปื้อนเป็น Tannic acid ที่ความเข้มข้นต่างๆ (ชุดการทดลองที่ 28-39) พบว่าเมื่อน้ำดิบมีปริมาณของ Tannic acid สูงขึ้น จะส่งผลให้ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจลดลง หรือส่งผลทำให้ค่า survival ratio มีค่าเพิ่มขึ้น เช่นเดียวกับการเพิ่มขึ้นของค่า Humic acid ในน้ำดิบ โดยจะพบว่าที่ระยะเวลาที่น้ำดิบสัมผัสกับรังสีมีค่าเท่ากับ 3.32 นาที เมื่อค่าความเข้มข้นของ Tannic acid เพิ่มขึ้นจาก 0 mg/l เป็น 0.5 , 1.0 , 3.0 , 5.0 mg/l ตามลำดับ ก็จะส่งผลทำให้ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจลดลงจากเดิมเมื่อน้ำดิบที่ไม่มีสารปนเปื้อนเท่ากับ 99.96% เป็น 99.95% , 99.83% , 99.70% และ 99.56% ตามลำดับ หรือกล่าวได้ว่าทำให้ค่า survival ratio มีค่าเพิ่มขึ้นจาก 0.0014 เป็น 0.0015 , 0.0027 , 0.0030 และ 0.0044 ตามลำดับ

และเมื่อศึกษาจากกราฟเส้นแนวโน้มของชุดการทดลองที่ 28-39 จะพบว่าเมื่อค่าความเข้มข้นของ Tannic acid เพิ่มขึ้นก็จะส่งผลทำให้ค่าสัมประสิทธิ์การกำจัดโคลิฟาจลดลงตามไปด้วยเช่นกัน โดยสาเหตุที่ Tannic acid มีผลต่อประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจในน้ำดิบนั้นเป็นเพราะ Tannic acid เป็นสารประกอบอินทรีย์เช่นเดียวกับ Humic acid และมีลักษณะของโครงสร้างโมเลกุลซับซ้อนเช่นเดียวกัน แต่การที่ Tannic acid ส่งผลต่อประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจมากกว่า Humic acid เนื่องมาจากการจับยึดกันของโมเลกุลใน Tannic acid มีความซับซ้อน

มากกว่าและยังมีลักษณะเฉพาะเป็นสารประกอบที่ดูดกลืนรังสีอัลตราไวโอเลตได้ดี (Stephen และคณะ, 1993) ดังนั้นรังสีอัลตราไวโอเลตที่ส่องผ่านน้ำดิบที่มี Tannic acid ละลายอยู่จะสูญเสียพลังงานไปมากกว่าที่ส่องผ่านน้ำดิบที่มี Humic acid ละลายอยู่ในปริมาณที่เท่ากัน และเมื่อนำค่าเฉลี่ยของค่าสัมประสิทธิ์ของการกำจัดโคลิฟาจที่ทุกๆค่าความเข้มข้นมาเขียนกราฟ จะได้รูปสมการของเส้นความสัมพันธ์ดังกราฟรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.4 กราฟการลดลงของค่า k (n=3) ที่ปริมาณค่าความเข้มข้นของ Tannic acid ต่างๆ

จากกราฟรูปที่ 4.4 จะพบว่าการลดลงของค่า k ที่ค่าความเข้มข้นของ Tannic acid ต่างๆมีความสัมพันธ์กัน โดยสามารถอธิบายได้ดังสมการต่อไปนี้

$$K\ ,\ min.^{-1} = -0.1534 * (\ Tannic\ acid\ ,\ mg/l\ ) + 2.6103 \quad ,\quad R^2 = 0.7599$$

4. Lignin

จากผลการทดลองที่น้ำดิบมีสารปนเปื้อนเป็น Lignin ที่ความเข้มข้นต่างๆ (ชุดการทดลองที่ 40-51) พบว่าเมื่อน้ำดิบมีปริมาณของ Lignin สูงขึ้น จะส่งผลให้ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจลดลง หรือส่งผลทำให้ค่า survival ratio มีค่าเพิ่มขึ้น เช่นเดียวกับการเพิ่มขึ้นของค่า Humic acid และ Tannic acid ในน้ำดิบ โดยจะพบว่าที่ระยะเวลาที่น้ำดิบสัมผัสกับรังสีมีค่าเท่ากับ 3.32 นาที เมื่อค่าความเข้มข้นของ Lignin เพิ่มขึ้นจาก 0 mg/l เป็น 0.5 , 1.0 , 3.0 mg/l ตามลำดับ ก็

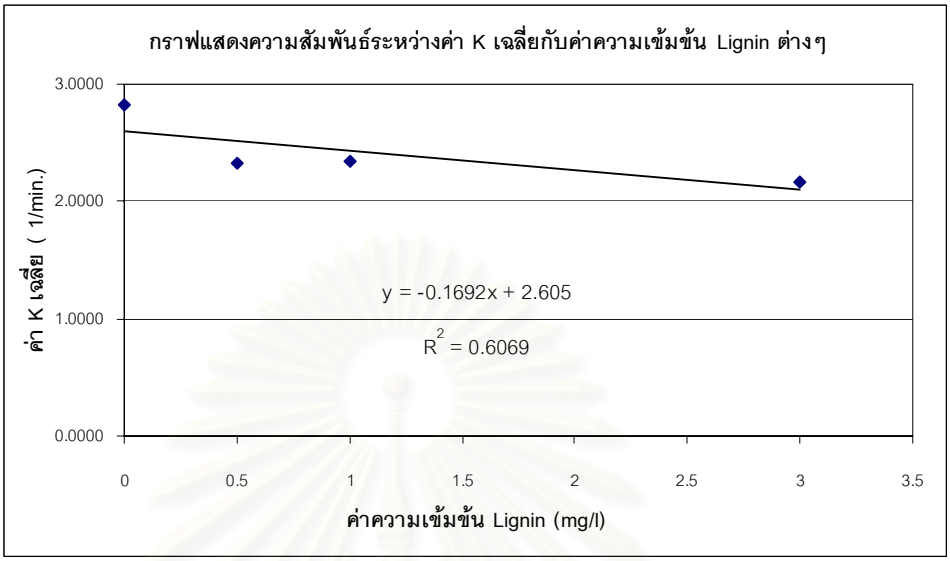
จะส่งผลทำให้ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจลดลงจากเดิมเมื่อน้ำดิบที่ไม่มีสารปนเปื้อนเท่ากับ 99.96% เป็น 99.89% , 99.88% และ 99.81% ตามลำดับ หรือกล่าวได้ว่าทำให้ค่า survival ratio มีค่าเพิ่มขึ้นจาก 0.0014 เป็น 0.0011 , 0.0012 และ 0.0019 ตามลำดับ

และเมื่อศึกษาจากกราฟเส้นแนวโน้มของชุดการทดลองที่ 40-51 จะพบว่าเมื่อค่าความเข้มข้นของ Lignin เพิ่มขึ้นจะส่งผลทำให้ค่าสัมประสิทธิ์การกำจัดโคลิฟาจลดลงตามไปด้วยเช่นกัน โดยสาเหตุที่ Lignin มีผลต่อประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจในน้ำดิบนั้น เป็นเพราะ Lignin เป็นสารประกอบอินทรีย์เช่นเดียวกับ Humic acid และมีลักษณะของโครงสร้างโมเลกุลซับซ้อนเช่นเดียวกัน แต่การที่ Lignin ส่งผลต่อประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจมากกว่า Humic acid และ Tannic acid เพราะในทางธรรมชาติแล้ว Lignin เป็นสารประกอบอินทรีย์ที่มีโครงสร้างโมเลกุลขนาดใหญ่และซับซ้อนมาก อีกทั้ง Lignin ยังสามารถย่อยสลายหรือแตกตัวได้หลายวิธีจนได้เป็น Humic acid ในที่สุด(ดังรูปที่ 2.18) แสดงให้เห็นว่าความซับซ้อนของโครงสร้างโมเลกุลของ Lignin มีขนาดใหญ่กว่า Humic acid และ Tannic acid จึงส่งผลทำให้มีความสามารถในการดูดซับรังสีอัลตราไวโอเลตได้ดีกว่า Humic acid และ Tannic acid ดังนั้นรังสีอัลตราไวโอเลตที่ส่องผ่านน้ำดิบที่มี Lignin ละลายอยู่จะสูญเสียพลังงานไปมากกว่าที่ส่องผ่านน้ำดิบที่มี Humic acid และ Tannic acid ละลายอยู่ในปริมาณที่เท่ากัน และเมื่อนำค่าเฉลี่ยของค่าสัมประสิทธิ์ของการกำจัดโคลิฟาจที่ทุกๆค่าความเข้มข้นมาเขียนกราฟ จะได้รูปสมการของเส้นความสัมพันธ์ดังกราฟรูปที่ 4.5

จากกราฟรูปที่ 4.5 จะพบว่าการลดลงของค่า k ที่ค่าความเข้มข้นของ Lignin ต่างๆ มีความสัมพันธ์กัน โดยสามารถอธิบายได้ดังสมการต่อไปนี้

$$K\ ,\ min.^{-1} = -0.1692 * (\ Lignin\ ,\ mg/l\ ) + 2.605 \qquad ,\quad R^2 = 0.6069$$

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.5 กราฟการลดลงของค่า k (n=3) ที่ปริมาณค่าความเข้มข้นของLignin ต่างๆ

4.4.2 กรณีที่มีสารปนเปื้อนในน้ำดิบสองชนิด

1. ความขุ่นกับ Humic acid

จากผลการทดลองที่น้ำดิบมีสารปนเปื้อนเป็น Humic acid ที่ความเข้มข้นต่างๆ ผสมกับค่าความขุ่นที่ 5 , 10 , 20 , 30 NTU ตามลำดับ จะพบว่าผลที่มีต่อประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจจะเพิ่มสูงขึ้นกว่าการที่มีสารปนเปื้อนเพียงชนิดเดียวในน้ำดิบ โดยผลการทดลองจะพบว่า

สำหรับน้ำดิบที่มีค่าความขุ่นเท่ากับ 5 NTU และมีปริมาณ Humic acid เพิ่มขึ้น (0.5, 1.0, 3.0, 5.0 mg/l) ที่ระยะเวลาสัมผัสรังสีเท่ากับ 3.32 นาที จะส่งผลทำให้ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจลดลงจากเดิมเมื่อมีแต่ความขุ่นอย่างเดียวจาก 99.8% เป็น 99.74% , 99.70% , 99.63% และ 99.50% ตามลำดับ หรือกล่าวได้ว่าทำให้ค่า survival ratio มีค่าเพิ่มขึ้นจาก 0.002 เป็น 0.0026 , 0.003 , 0.0037 และ 0.0050 ตามลำดับ

สำหรับน้ำดิบที่มีค่าความขุ่นเท่ากับ 10 NTU และปริมาณ Humic acid เพิ่มขึ้น (0.5, 1.0, 3.0, 5.0 mg/l) ที่ระยะเวลาสัมผัสรังสีเท่ากับ 3.32 นาที จะส่งผลทำให้ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจลดลงจากเดิมเมื่อมีแต่ความขุ่นอย่างเดียวจาก 99.7% เป็น 99.5% , 99.4% , 99.3%

และ 98.5% ตามลำดับ หรือกล่าวได้ว่าทำให้ค่า survival ratio มีค่าเพิ่มขึ้นจาก 0.003 เป็น 0.005 , 0.006 , 0.007 และ 0.015 ตามลำดับ

สำหรับน้ำดิบที่มีค่าความขุ่นเท่ากับ 20 NTU และปริมาณ Humic acid เพิ่มขึ้น (0.5, 1.0, 3.0, 5.0 mg/l) ที่ระยะเวลาสัมผัสรังสีเท่ากับ 3.32 นาที จะส่งผลทำให้ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจลดลงจากเดิมเมื่อมีแต่ความขุ่นอย่างเดียวจาก 99.6% เป็น 99.5% , 99.4% , 98.9 และ 98.7% ตามลำดับ หรือกล่าวได้ว่าทำให้ค่า survival ratio มีค่าเพิ่มขึ้นจาก 0.004 เป็น 0.005 , 0.006 , 0.011 และ 0.013 ตามลำดับ

สำหรับน้ำดิบที่มีค่าความขุ่นเท่ากับ 30 NTU และปริมาณ Humic acid เพิ่มขึ้น (0.5, 1.0, 3.0, 5.0 mg/l) จะส่งผลทำให้ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจลดลงจากเดิมเมื่อมีแต่ความขุ่นอย่างเดียวจาก 99.3% เป็น 99.2% , 98.9% , 98.8% และ 98.0% ตามลำดับ หรือกล่าวว่าทำให้ค่า survival ratio มีค่าเพิ่มขึ้นจาก 0.007 เป็น 0.008 , 0.011 , 0.012 และ 0.020 ตามลำดับ

และเมื่อศึกษาจากกราฟเส้นแนวโน้มของชุดการทดลองที่ 49-96 จะพบว่าเมื่อค่าความขุ่นคงที่ในแต่ละการทดลอง และค่าความเข้มข้นของ Humic acid เพิ่มขึ้นจะส่งผลทำให้ค่าสัมประสิทธิ์การกำจัดโคลิฟาจลดลงตามไปด้วยเช่นกัน โดยค่า k ที่ลดลงไปอีกนอกเหนือจากการลดลงเริ่มต้นอยู่แล้วจากค่าความขุ่นนั้น แสดงให้เห็นว่าความขุ่นและสารประกอบอินทรีย์ Humic acid ส่งผลในทางเสริมกันในการลดลงของค่าสัมประสิทธิ์การกำจัดโคลิฟาจ เมื่อนำค่าเฉลี่ยของค่าสัมประสิทธิ์ของการกำจัดโคลิฟาจที่ทุกๆค่าความเข้มข้นมาเขียนกราฟ จะได้รูปสมการของเส้นความสัมพันธ์ดังกราฟรูปที่ 4.6

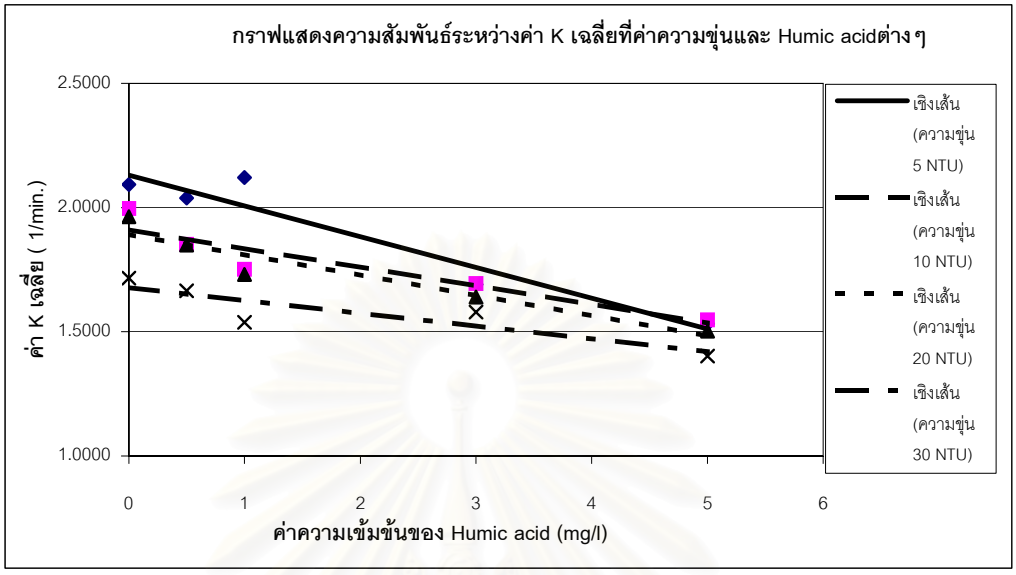
จากกราฟรูปที่ 4.6 จะพบว่าการลดลงของค่า k ที่ค่าความเข้มข้นของ Humic acid ต่างๆ โดยมีค่าความขุ่นคงที่ 5 , 10 , 20 , 30 NTUมีความสัมพันธ์กัน โดยสามารถอธิบายได้ดังสมการต่อไปนี้

ที่ความขุ่น 5 NTU $K , min.^{-1} = -0.1238*(\text{Humic acid, mg/l}) + 2.1299$, $R^2 = 0.9278$

ที่ความขุ่น 10 NTU $K , min.^{-1} = -0.0755*(\text{Humic acid, mg/l}) + 1.9117$, $R^2 = 0.8672$

ที่ความขุ่น 20 NTU $K , min.^{-1} = -0.0824*(\text{Humic acid, mg/l}) + 1.8935$, $R^2 = 0.9070$

ที่ความขุ่น 30NTU $K , min.^{-1} = -0.0519*(\text{Humic acid, mg/l}) + 1.6789$, $R^2 = 0.7829$



รูปที่ 4.6 กราฟการลดลงของค่า k (n=3) ที่ปริมาณค่าความขุ่นเท่ากับ 5,10,20,30 NTU และความเข้มข้นของ Humic acid ต่างๆ

2. ความขุ่นกับ Tannic acid

จากผลการทดลองที่น้ำดิบมีสารปนเปื้อนเป็น Tannic acid ที่ความเข้มข้นต่างๆ ผสมกับค่าความขุ่นที่ 5 , 10 , 20 , 30 NTU ตามลำดับ จะพบว่าผลที่มีต่อประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจจะเพิ่มสูงขึ้นกว่าการที่มีสารปนเปื้อนเพียงชนิดเดียวในน้ำดิบ โดยผลการทดลองจะพบว่า

สำหรับน้ำดิบที่มีค่าความขุ่นเท่ากับ 5 NTU และมีปริมาณ Tannic acid เพิ่มขึ้น (0.5, 1.0, 3.0, 5.0 mg/l) ที่ระยะเวลาสัมผัสรังสีเท่ากับ 3.32 นาที จะส่งผลทำให้ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจลดลงจากเดิมเมื่อมีแต่ความขุ่นอย่างเดียวจาก 99.8% เป็น 99.74% , 99.64% , 99.21% และ 98.80% ตามลำดับ หรือกล่าวได้ว่าทำให้ค่า survival ratio มีค่าเพิ่มขึ้นจาก 0.002 เป็น 0.0026 , 0.0036 , 0.0079 และ 0.012 ตามลำดับ

สำหรับน้ำดิบที่มีค่าความขุ่นเท่ากับ 10 NTU และปริมาณ Tannic acid เพิ่มขึ้น (0.5, 1.0, 3.0, 5.0 mg/l) ที่ระยะเวลาสัมผัสรังสีเท่ากับ 3.32 นาที จะส่งผลทำให้ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจลดลงจากเดิมเมื่อมีแต่ความขุ่นอย่างเดียวจาก 99.7% เป็น 99.69% , 99.67% ,

99.34% และ 99.29% ตามลำดับ หรือกล่าวได้ว่าทำให้ค่า survival ratio มีค่าเพิ่มขึ้นจาก 0.003 เป็น 0.0031 , 0.0033 , 0.0064 และ 0.0071 ตามลำดับ

สำหรับน้ำดิบที่มีค่าความขุ่นเท่ากับ 20 NTU และปริมาณ Tannic acid เพิ่มขึ้น (0.5, 1.0, 3.0, 5.0 mg/l) ที่ระยะเวลาสัมผัสรังสีเท่ากับ 3.32 นาที จะส่งผลทำให้ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจลดลงจากเดิมเมื่อมีแต่ความขุ่นอย่างเดียวจาก 99.6% เป็น 99.2% , 99.1% , 98.9 และ 98.7% ตามลำดับ หรือกล่าวได้ว่าทำให้ค่า survival ratio มีค่าเพิ่มขึ้นจาก 0.004 เป็น 0.008 , 0.009 , 0.011 และ 0.013 ตามลำดับ

สำหรับน้ำดิบที่มีค่าความขุ่นเท่ากับ 30 NTU และปริมาณ Tannic acid เพิ่มขึ้น (0.5, 1.0, 3.0, 5.0 mg/l) จะส่งผลทำให้ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจลดลงจากเดิมเมื่อมีแต่ความขุ่นอย่างเดียวจาก 99.3% เป็น 99.2% , 98.9% , 98.8% และ 98.0% ตามลำดับ หรือกล่าวได้ว่าทำให้ค่า survival ratio มีค่าเพิ่มขึ้นจาก 0.007 เป็น 0.008 , 0.011 , 0.012 และ 0.020 ตามลำดับ

และเมื่อศึกษาจากกราฟเส้นแนวโน้มของชุดการทดลองที่ 97-144 จะพบว่าเมื่อค่าความขุ่นคงที่ในแต่ละการทดลองและค่าความเข้มข้นของ Tannic acid เพิ่มขึ้นก็จะส่งผลทำให้ค่าสัมประสิทธิ์การกำจัดโคลิฟาจลดลงตามไปด้วยเช่นกัน โดยเมื่อเปรียบเทียบการลดลงของค่า k ของแต่ละกรณี เส้นกราฟจะแสดงการลดลงมีลักษณะเป็นแนวทางเดียวกันทั้งหมด แต่การลดลงนี้ดูจะไม่รวดเร็วเท่าเมื่อเปรียบเทียบกับการลดลงเนื่องจากค่าความขุ่น ดังนั้นจากการทดลองจะเห็นได้ว่าผลของค่าความขุ่นและสารปนเปื้อนสารประกอบอินทรีย์ Tannic acid เมื่อมีอยู่รวมกันในน้ำดิบก็ส่งผลในทางเสริมการในการลดลงของค่า k เมื่อนำค่าเฉลี่ยของค่าสัมประสิทธิ์ของการกำจัดโคลิฟาจที่ทุกๆค่าความเข้มข้นมาเขียนกราฟ ได้รูปสมการของเส้นความสัมพันธ์ดังกราฟรูปที่ 4.7

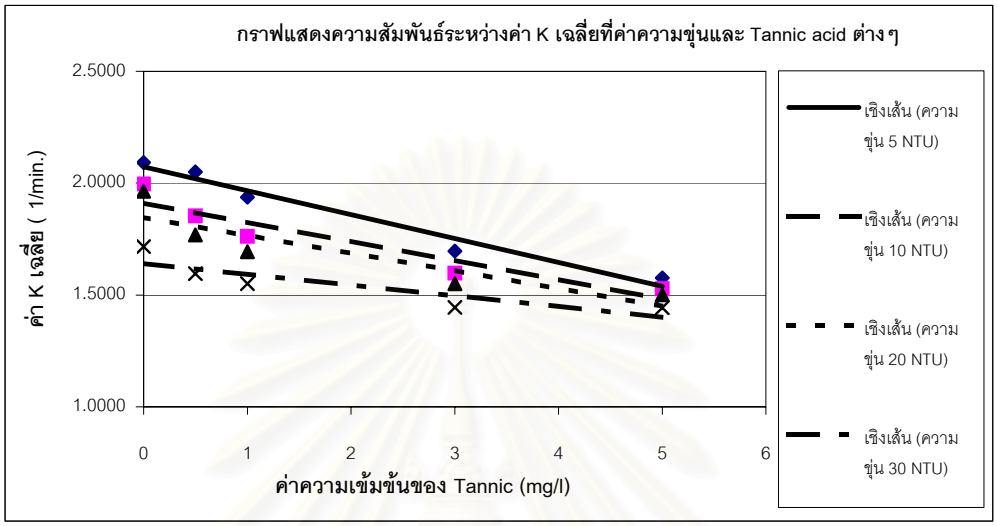
จากกราฟรูปที่ 4.7 จะพบว่าการลดลงของค่า k ที่ค่าความเข้มข้นของ Tannic acid ต่างๆ โดยมีค่าความขุ่นคงที่ 5 , 10 , 20 , 30 NTUมีความสัมพันธ์กัน โดยสามารถอธิบายได้ดังสมการต่อไปนี้

ที่ความขุ่น 5 NTU $K , min.^{-1} = -0.1069 * (Tannic\ acid , mg/l) + 2.0732 , \quad R^2 = 0.9666$

ที่ความขุ่น 10 NTU $K , min.^{-1} = -0.0861 * (Tannic\ acid , mg/l) + 1.9112 , \quad R^2 = 0.8854$

ที่ความขุ่น 20 NTU $K , min.^{-1} = -0.0797 * (Tannic\ acid , mg/l) + 1.8468 , \quad R^2 = 0.8039$

ที่ความขุ่น 30NTU K , $min.^{-1}$ = -0.0482 * (Tannic acid , mg/l) + 1.6414 , R^2 = 0.7640



รูปที่ 4.7 กราฟการลดลงของค่า k (n=3) ที่ปริมาณค่าความขุ่นเท่ากับ 5,10,20,30 NTU และความเข้มข้นของ Tannic acid ต่างๆ

3. ความขุ่นกับ Lignin

จากผลการทดลองที่น้ำดิบมีสารปนเปื้อนเป็น Lignin ที่ความเข้มข้นต่างๆผสมกับค่าความขุ่นที่ 5 , 10 , 20 , 30 NTU ตามลำดับ จะพบว่าผลที่มีต่อประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจจะเพิ่มสูงขึ้นกว่าการที่มีสารปนเปื้อนเพียงชนิดเดียวในน้ำดิบ โดยผลการทดลองจะพบว่า

สำหรับน้ำดิบที่มีค่าความขุ่นเท่ากับ 5 NTU และมีปริมาณ Lignin เพิ่มขึ้น(0.5, 1.0, 3.0 mg/l) ที่ระยะเวลาสัมผัสรังสีเท่ากับ 3.32 นาที จะส่งผลทำให้ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจลดลงจากเดิมเมื่อมีแต่ความขุ่นอย่างเดียวจาก 99.8% เป็น 99.71% , 99.30% และ 99.21% ตามลำดับ หรือกล่าวได้ว่าทำให้ค่า survival ratio มีค่าเพิ่มขึ้นจาก 0.002 เป็น 0.0029 , 0.007 และ 0.0079 ตามลำดับ

สำหรับน้ำดิบที่มีค่าความขุ่นเท่ากับ 10 NTU และมีปริมาณ Lignin เพิ่มขึ้น(0.5, 1.0, 3.0 mg/l) ที่ระยะเวลาสัมผัสรังสีเท่ากับ 3.32 นาที จะส่งผลทำให้ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจลดลงจากเดิมเมื่อมีแต่ความขุ่นอย่างเดียวจาก 99.8% เป็น 99.71% , 99.30% และ 99.21%

ตามลำดับ หรือกล่าวได้ว่าทำให้ค่า survival ratio มีค่าเพิ่มขึ้นจาก 0.002 เป็น 0.0029 , 0.007 และ 0.0079 ตามลำดับ

สำหรับน้ำดิบที่มีค่าความขุ่นเท่ากับ 20 NTU และมีปริมาณ Lignin เพิ่มขึ้น(0.5, 1.0, 3.0 mg/l) ที่ระยะเวลาสัมผัสรังสีเท่ากับ 3.32 นาที จะส่งผลทำให้ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจลดลงจากเดิมเมื่อมีแต่ความขุ่นอย่างเดียวจาก 99.8% เป็น 99.71% , 99.30% และ 99.21% ตามลำดับ หรือกล่าวได้ว่าทำให้ค่า survival ratio มีค่าเพิ่มขึ้นจาก 0.002 เป็น 0.0029 , 0.007 และ 0.0079 ตามลำดับ

สำหรับน้ำดิบที่มีค่าความขุ่นเท่ากับ 30 NTU และมีปริมาณ Lignin เพิ่มขึ้น(0.5, 1.0, 3.0 mg/l) ที่ระยะเวลาสัมผัสรังสีเท่ากับ 3.32 นาที จะส่งผลทำให้ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจลดลงจากเดิมเมื่อมีแต่ความขุ่นอย่างเดียวจาก 99.8% เป็น 99.71% , 99.30% และ 99.21% ตามลำดับ หรือกล่าวได้ว่าทำให้ค่า survival ratio มีค่าเพิ่มขึ้นจาก 0.002 เป็น 0.0029 , 0.007 และ 0.0079 ตามลำดับ

และเมื่อศึกษาจากกราฟเส้นแนวโน้มของชุดการทดลองที่ 145-180 จะพบว่าเมื่อค่าความขุ่นคงที่ในแต่ละการทดลองและค่าความเข้มข้นของ Lignin เพิ่มขึ้นก็จะส่งผลทำให้ค่าสัมประสิทธิ์การกำจัดโคลิฟาจลดลงตามไปด้วยเช่นกัน โดยค่า k ที่ลดลงจะมีผลโดยตรงจากปริมาณค่าความขุ่นเป็นหลัก (เนื่องจากในการทดลองใช้ความขุ่น 5-30 NTU)และจากปริมาณของ Lignin เป็นปัจจัยรอง (ในการทดลองใช้ความเข้มข้นของ Lignin 0.5-5 mg/l) ดังนั้นจากการทดลองจะเห็นได้ว่าผลของค่าความขุ่นมีผลต่อประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจของรังสีมากกว่าปริมาณสารปนเปื้อนสารประกอบอินทรีย์ในน้ำดิบ เมื่อนำค่าเฉลี่ยของค่าสัมประสิทธิ์ของการกำจัดโคลิฟาจที่ทุกๆค่าความเข้มข้นมาเขียนกราฟ ได้รูปสมการของเส้นความสัมพันธ์ดังกราฟรูปที่ 4.8

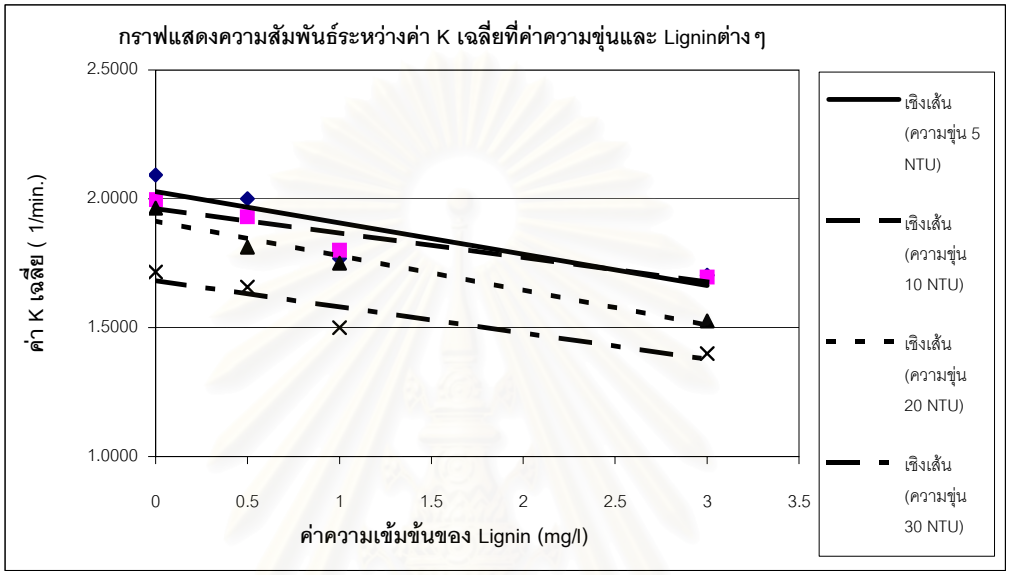
จากกราฟรูปที่ 4.8 จะพบว่าการลดลงของค่า k ที่ค่าความเข้มข้นของ Lignin ต่างๆ โดยมีค่าความขุ่นคงที่ 5 , 10 , 20 , 30 NTUมีความสัมพันธ์กัน โดยสามารถอธิบายได้ดังสมการต่อไปนี้

ที่ความขุ่น 5 NTU $K , min.^{-1} = -0.1216 * (Lignin , mg/l) + 2.0279$, $R^2 = 0.7492$

ที่ความขุ่น 10 NTU $K , min.^{-1} = -0.0955 * (Lignin , mg/l) + 1.963$, $R^2 = 0.8837$

ที่ความขุ่น 20 NTU $K , min.^{-1} = -0.135 * (Lignin , mg/l) + 1.9146$, $R^2 = 0.9522$

ที่ความขุ่น 30NTU K , $min.^{-1}$ = -0.1023 * (Lignin , mg/l) + 1.6832 , R^2 = 0.8604



รูปที่ 4.8 กราฟการลดลงของค่า k (n=3) ที่ปริมาณค่าความขุ่นเท่ากับ 5,10,20,30 NTU และความเข้มข้นของ Lignin ต่างๆ

4. Humic acid กับ Tannic acid

จากผลการทดลองที่น้ำดิบมีสารปนเปื้อนเป็น Humic acid ที่ความเข้มข้นต่างๆ ผสมกับ Tannic acid ที่ความเข้มข้น 0.5, 1.0, 3.0, 5.0 mg/l ตามลำดับ จะพบว่าผลที่มีต่อประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจจะเพิ่มสูงขึ้นกว่าการที่มีสารปนเปื้อนเพียงชนิดเดียวในน้ำดิบ โดยผลการทดลองจะพบว่า

สำหรับน้ำดิบที่มีค่าความความเข้มข้นของ Humic acid มีค่าเท่ากับ 0.5 mg/l และมีปริมาณ Tannic acid เพิ่มขึ้น(0.5, 1.0, 3.0 , 5.0 mg/l) ที่ระยะเวลาสัมผัสรังสีเท่ากับ 3.32 นาที จะส่งผลทำให้ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจลดลงจากเดิมเมื่อมีแต่ Humic acid อย่างเดียวจาก 99.97% เป็น 99.95% , 99.91% , 99.80% และ 99.77% ตามลำดับ หรือกล่าวได้ว่าทำให้ค่า survival ratio มีค่าเพิ่มขึ้นจาก 0.0003 เป็น 0.0005 , 0.0009 , 0.002 และ 0.0023 ตามลำดับ

สำหรับน้ำดิบที่มีค่าความความเข้มข้นของ Humic acid มีค่าเท่ากับ 1.0 mg/l และมีปริมาณ Tannic acid เพิ่มขึ้น(0.5, 1.0, 3.0 , 5.0 mg/l) ที่ระยะเวลาสัมผัสรังสีเท่ากับ 3.32 นาที จะส่งผลทำให้ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจลดลงจากเดิมเมื่อมีแต่ Humic acid อย่างเดียวจาก 99.95% เป็น 99.90% , 99.70% , 99.6% และ 98.80% ตามลำดับ หรือกล่าวได้ว่าทำให้ค่า survival ratio มีค่าเพิ่มขึ้นจาก 0.0005 เป็น 0.0009 , 0.003 , 0.004 และ 0.012 ตามลำดับ

สำหรับน้ำดิบที่มีค่าความความเข้มข้นของ Humic acid มีค่าเท่ากับ 3.0 mg/l และมีปริมาณ Tannic acid เพิ่มขึ้น(0.5, 1.0, 3.0 , 5.0 mg/l) ที่ระยะเวลาสัมผัสรังสีเท่ากับ 3.32 นาที จะส่งผลทำให้ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจลดลงจากเดิมเมื่อมีแต่ Humic acid อย่างเดียวจาก 99.94% เป็น 99.64% , 99.50% , 99.35% และ 98.00% ตามลำดับ หรือกล่าวได้ว่าทำให้ค่า survival ratio มีค่าเพิ่มขึ้นจาก 0.0006 เป็น 0.0036 , 0.005 , 0.0065 และ 0.02 ตามลำดับ

สำหรับน้ำดิบที่มีค่าความความเข้มข้นของ Humic acid มีค่าเท่ากับ 5.0 mg/l และมีปริมาณ Tannic acid เพิ่มขึ้น(0.5, 1.0, 3.0 , 5.0 mg/l) ที่ระยะเวลาสัมผัสรังสีเท่ากับ 3.32 นาที จะส่งผลทำให้ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจลดลงจากเดิมเมื่อมีแต่ Humic acid อย่างเดียวจาก 99.89% เป็น 99.5% , 99.3% , 98.70% และ 97.9% ตามลำดับ หรือกล่าวได้ว่าทำให้ค่า survival ratio มีค่าเพิ่มขึ้นจาก 0.0011 เป็น 0.005 , 0.007 , 0.013 และ 0.021 ตามลำดับ

และเมื่อศึกษาจากกราฟเส้นแนวโน้มของชุดการทดลองที่ 181-228 จะพบว่าเมื่อกำหนดให้ค่าความเข้มข้นของ Humic acid คงที่และเพิ่มค่าความเข้มข้นของ Tannic acid สูงขึ้นเรื่อยๆ การลดลงของค่า k จะเป็นในทำนองเดียวกับการที่น้ำดิบมีเพียง Tannic acid เพียงชนิดเดียวเป็นสารปนเปื้อนแต่แตกต่างกันเพียงจุดเริ่มต้นของเส้นกราฟความสัมพันธ์เท่านั้น จากกราฟแสดงให้ให้ว่าผลของสารประกอบอินทรีย์ต่างๆที่มีอยู่ในน้ำดิบ ต่างก็มีการดูดกลืนพลังงานจากรังสีจึงส่งผลให้ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจลดลง เมื่อนำค่าเฉลี่ยของค่าสัมประสิทธิ์ของการกำจัดโคลิฟาจที่ทุกๆค่าความเข้มข้นมาเขียนกราฟ ได้รูปสมการของเส้นความสัมพันธ์ดังกราฟรูปที่ 4.9

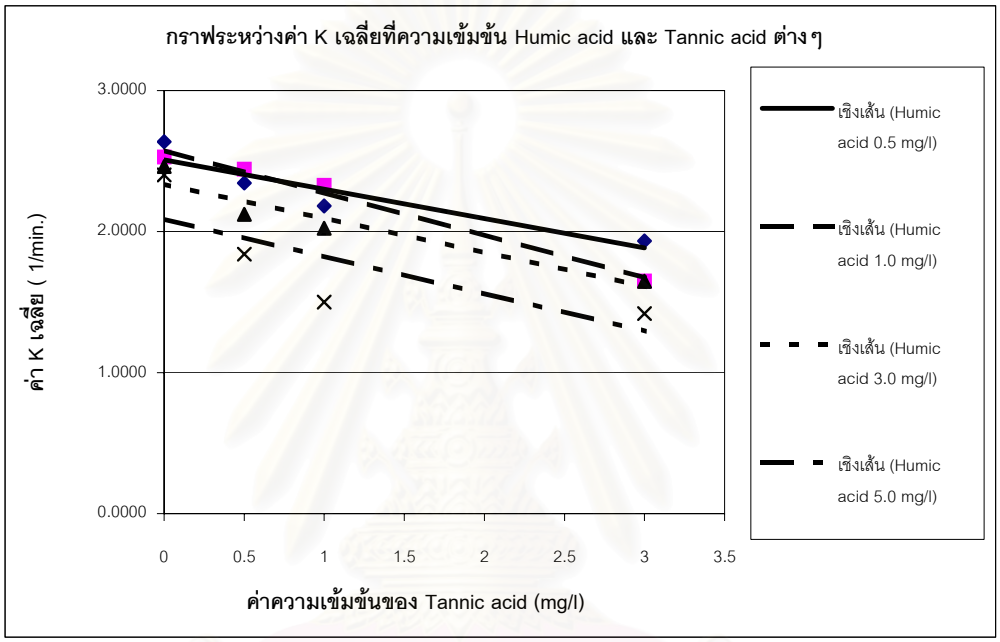
จากกราฟรูปที่ 4.9 จะพบว่าการลดลงของค่า k ที่ค่าความเข้มข้นของ Tannic acid ต่างๆ โดยที่ค่าความเข้มข้นของ Humic acid คงที่ สามารถอธิบายได้ดังสมการดังต่อไปนี้

ที่ Humic acid 0.5 mg/l : $K , min.^{-1} = -0.2079 * (Tannic , mg/l) + 2.5077$, $R^2 = 0.8593$

ที่ Humic acid 1.0 mg/l : $K , min.^{-1} = -0.3022 * (Tannic , mg/l) + 2.5766$, $R^2 = 0.9875$

ที่ Humic acid 3.0 mg/l : $K , min.^{-1} = -0.243*(Tannic , mg/l) + 2.3372$, $R^2 = 0.9081$

ที่ Humic acid 5.0 mg/l : $K , min.^{-1} = -0.2654*(Tannic , mg/l) + 2.0888$, $R^2 = 0.6122$



รูปที่ 4.9 กราฟการลดลงของค่า k (n=3) ที่ปริมาณค่าความเข้มข้นของ Humic acid เท่ากับ 0.5,1.0,3.0,5.0 mg/l และความเข้มข้นของ Tannic acid ต่างๆ

5. Humic acid กับ Lignin

จากผลการทดลองที่น้ำดิบมีสารปนเปื้อนเป็น Lignin ที่ความเข้มข้นต่างๆผสมกับ Humic acid ที่ความเข้มข้น 0.5, 1.0, 3.0, 5.0 mg/l ตามลำดับ จะพบว่าผลที่มีต่อประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจจะเพิ่มสูงขึ้นกว่าการที่มีสารปนเปื้อนเพียงชนิดเดียวในน้ำดิบ โดยผลการทดลองจะพบว่า

สำหรับน้ำดิบที่มีค่าความความเข้มข้นของ Humic acid มีค่าเท่ากับ 0.5 mg/l และมีปริมาณ Lignin เพิ่มขึ้น(0.5, 1.0, 3.0 mg/l) ที่ระยะเวลาสัมผัสรังสีเท่ากับ 3.32 นาที จะส่งผลทำ

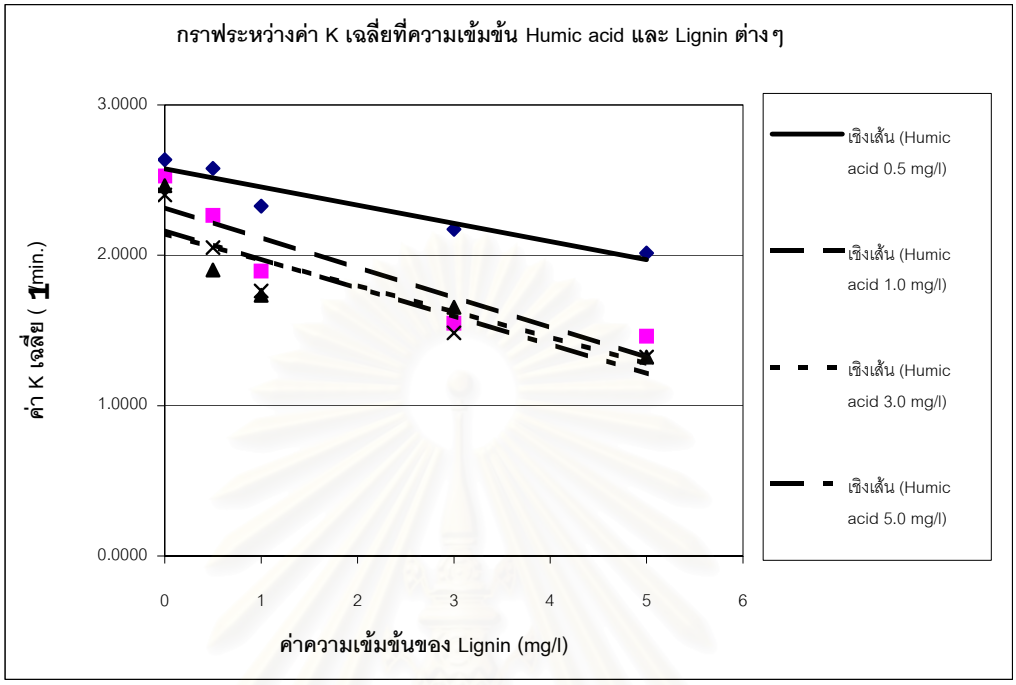
ให้ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจลดลงจากเดิมเมื่อมีแต่ Humic acid อย่างเดียวจาก 99.97% เป็น 99.93% , 99.87% และ 99.80% ตามลำดับ หรือกล่าวได้ว่าทำให้ค่า survival ratio มีค่าเพิ่มขึ้นจาก 0.0003 เป็น 0.0007 , 0.0013 และ 0.002 ตามลำดับ

สำหรับน้ำดิบที่มีค่าความความเข้มข้นของ Humic acid มีค่าเท่ากับ 1.0 mg/l และมีปริมาณ Lignin เพิ่มขึ้น(0.5, 1.0, 3.0 mg/l) ที่ระยะเวลาสัมผัสรังสีเท่ากับ 3.32 นาที จะส่งผลทำให้ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจลดลงจากเดิมเมื่อมีแต่ Humic acid อย่างเดียวจาก 99.95% เป็น 99.90% , 99.70% และ 98.80% ตามลำดับ หรือกล่าวได้ว่าทำให้ค่า survival ratio มีค่าเพิ่มขึ้นจาก 0.0005 เป็น 0.001 , 0.003 และ 0.012 ตามลำดับ

สำหรับน้ำดิบที่มีค่าความความเข้มข้นของ Humic acid มีค่าเท่ากับ 3.0 mg/l และมีปริมาณ Lignin เพิ่มขึ้น(0.5, 1.0, 3.0 mg/l) ที่ระยะเวลาสัมผัสรังสีเท่ากับ 3.32 นาที จะส่งผลทำให้ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจลดลงจากเดิมเมื่อมีแต่ Humic acid อย่างเดียวจาก 99.94% เป็น 99.87% , 99.75% และ 99.16% ตามลำดับ หรือกล่าวได้ว่าทำให้ค่า survival ratio มีค่าเพิ่มขึ้นจาก 0.0006 เป็น 0.0013 , 0.0025 และ 0.0084 ตามลำดับ

สำหรับน้ำดิบที่มีค่าความความเข้มข้นของ Humic acid มีค่าเท่ากับ 5.0 mg/l และมีปริมาณ Lignin เพิ่มขึ้น(0.5, 1.0, 3.0 mg/l) ที่ระยะเวลาสัมผัสรังสีเท่ากับ 3.32 นาที จะส่งผลทำให้ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจลดลงจากเดิมเมื่อมีแต่ Humic acid อย่างเดียวจาก 99.89% เป็น 99.6% , 98.7%และ 98.4% ตามลำดับ หรือกล่าวได้ว่าทำให้ค่า survival ratio มีค่าเพิ่มขึ้นจาก 0.0011 เป็น 0.004 , 0.013 และ 0.016 ตามลำดับ

และเมื่อศึกษาจากกราฟเส้นแนวโน้มของชุดการทดลองที่ 229-264 จะพบว่าเมื่อกำหนดให้ค่าความเข้มข้นของ Humic acid คงที่และเพิ่มค่าความเข้มข้นของ Lignin สูงขึ้นเรื่อยๆ การลดลงของค่า k จะเป็นในทำนองเดียวกับการที่น้ำดิบมีเพียง Lignin เพียงชนิดเดียวเป็นสารปนเปื้อนแต่แตกต่างกันเพียงจุดเริ่มต้นของเส้นกราฟความสัมพันธ์เท่านั้น จากกราฟแสดงให้ให้ว่าผลของสารประกอบอินทรีย์ต่างๆที่มีอยู่ในน้ำดิบจะส่งผลต่อการลดลงของประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจในลักษณะของการดูดกลืนพลังงานจากรังสีโดยไม่มีผลในทางหักล้างกัน เมื่อมีการผสมกันของสารอินทรีย์ต่างชนิดกันในน้ำดิบ เมื่อนำค่าเฉลี่ยของค่าสัมประสิทธิ์ของการกำจัดโคลิฟาจที่ทุกๆค่าความเข้มข้นมาเขียนกราฟ ได้รูปสมการของเส้นความสัมพันธ์ดังกราฟรูปที่ 4.10



รูปที่ 4.10 กราฟการลดลงของค่า k (n=3) ที่ปริมาณค่าความเข้มข้นของ Humic acid เท่ากับ 0.5,1.0,3.0,5.0 mg/l และความเข้มข้นของ Lignin ต่างๆ

จากกราฟรูปที่ 4.10 จะพบว่าการลดลงของค่า k ที่ค่าความเข้มข้นของ Lignin ต่างๆ โดยมีค่าความเข้มข้นของ Humic acid คงที่ สามารถอธิบายได้ดังสมการต่อไปนี้

ที่ Humic acid 0.5 mg/l : $K, min.^{-1} = -0.1208*(Lignin,mg/l)+2.5752$, $R^2 = 0.9009$

ที่ Humic acid 1.0 mg/l : $K, min.^{-1} = -0.1999*(Lignin,mg/l)+2.319$, $R^2 = 0.8250$

ที่ Humic acid 3.0 mg/l : $K, min.^{-1} = -0.1734*(Lignin,mg/l)+2.1449$, $R^2 = 0.7377$

ที่ Humic acid 5.0 mg/l : $K, min.^{-1} = -0.1909*(Lignin,mg/l)+2.1669$, $R^2 = 0.8333$

4.4.3 กรณีที่มีสารปนเปื้อนในน้ำดิบสามชนิด

จากผลการทดลอง(รูปที่ 5.11-5.14) แสดงให้เห็นว่าการลดลงของค่าสัมประสิทธิ์การกำจัดโคลิฟาจของรังสีอัลตราไวโอเลต เมื่อมีความเข้มข้นของสารประกอบอินทรีย์ทั้งสามชนิดผสมกัน จะได้ว่าเมื่อกำหนดให้ค่าของ Humic acid และ Tannic acid คงที่ จากกราฟจะได้ว่า k เริ่มต้น(ซึ่งเป็นค่าที่ลดลงจาก k น้ำดิบที่ไม่มีสารปนเปื้อนมาแล้วเนื่องจาก Humic acid และ Tannic acid) จะลดลงไปอีกเมื่อมา Lignin เข้ามาผสมเพิ่มขึ้น โดยลักษณะของสมการเส้นแนวโน้มของการลดลงสามารถเขียนได้ด้วยรูปแบบต่อไปนี้

$$K = Ko - AX \qquad \text{.....(4.3)}$$

โดยที่ K = ค่าสัมประสิทธิ์การกำจัดโคลิฟาจที่ค่าความเข้มข้นของสารอินทรีย์ใดๆ

A = ความชันของเส้นแนวโน้มในการลดลงของค่าสัมประสิทธิ์การกำจัดโคลิฟาจ

X = ค่าความเข้มข้นของ Lignin ในน้ำดิบ , mg/l

Ko = ค่าสัมประสิทธิ์การกำจัดโคลิฟาจที่เริ่มต้น ซึ่งเป็นผลมาจาก Humic acid และ Tannic acid ที่คงที่ค่าต่างๆ โดยสามารถเขียนสรุปค่าต่างๆในสมการข้างต้นของแต่ละกรณีได้ดังนี้

ตารางที่ 4.4 ค่าความสัมพันธ์ของ Ko และ A จากสมการข้างต้นกับปริมาณสารปนเปื้อน

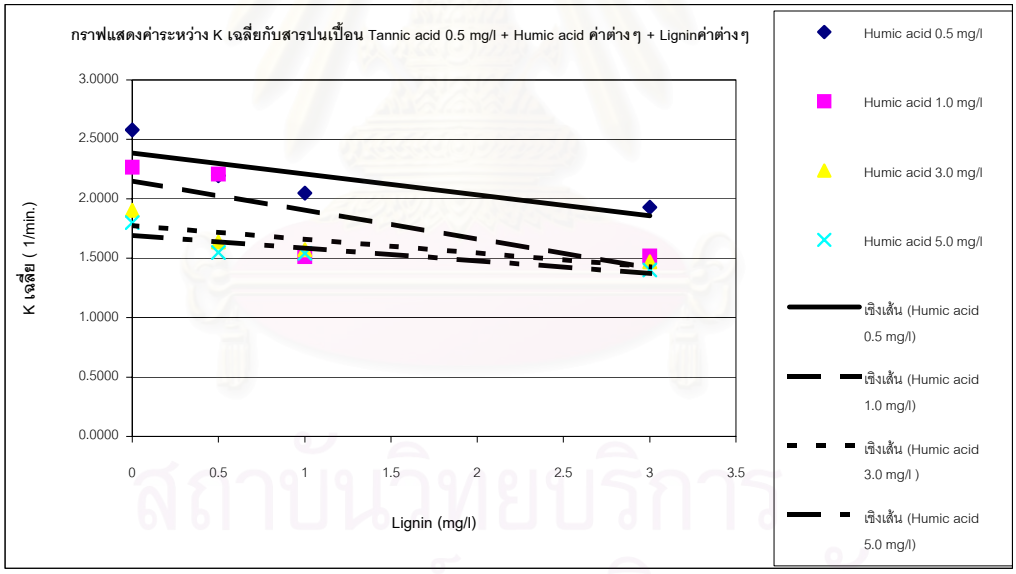
Tannic Acid (mg/l)	Humic Acid (mg/l)	ความชันกราฟ A	ค่า ko	ค่า R^2=
0.5	0.5	0.1759	2.385	0.6697
	1	0.2447	2.1504	0.5968
	3	0.1168	1.7762	0.6840
	5	0.1081	1.6938	0.7289

ตารางที่ 4.4 (ต่อ) ค่าความสัมพันธ์ของ Ko และ A จากสมการกับปริมาณสารปนเปื้อน

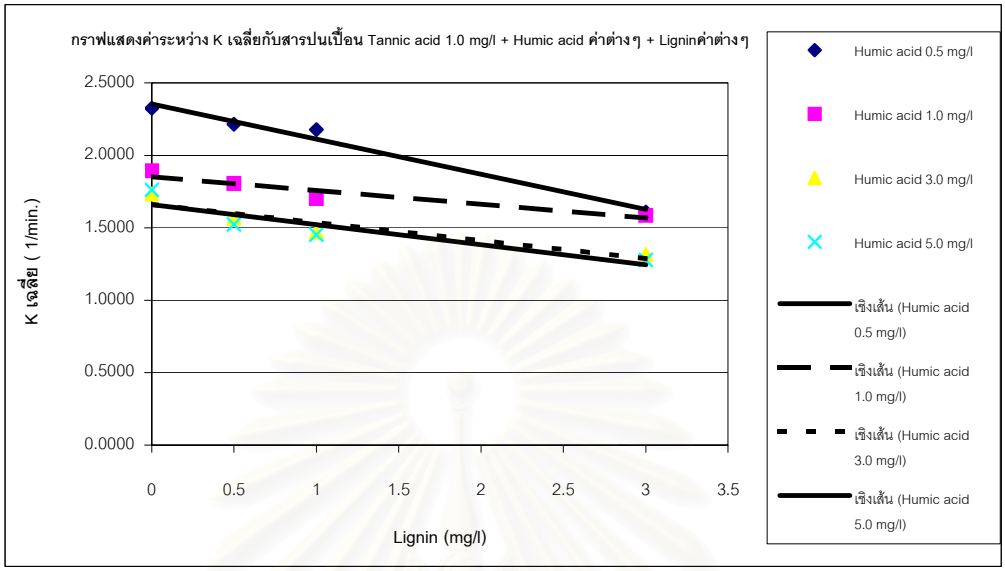
Tannic Acid (mg/l)	Humic Acid (mg/l)	ความชันกราฟ A	ค่า ko	ค่า R^2=
1.0	0.5	0.2423	2.3549	0.9814
	1.0	0.0962	1.8546	0.9037
	3.0	0.125	1.6624	0.8768
	5.0	0.1386	1.6601	0.8263
3.0	0.5	0.1372	2.0527	0.7711
	1.0	0.0897	1.4607	0.7143
	3.0	0.1616	1.4942	0.7607
	5.0	0.1332	1.3913	0.733
5.0	0.5	0.141	1.412	0.537
	1.0	0.1073	1.3268	0.6159
	3.0	0.089	1.2779	0.7802
	5.0	0.0809	1.2092	0.8152

จากผลการทดลองเมื่อน้ำดิบมีสารปนเปื้อนสามชนิดผสมกันพบว่าเมื่อปริมาณสารปนเปื้อนในน้ำดิบมีค่าเพิ่มขึ้น ก็จะส่งผลทำให้ประสิทธิภาพการกำจัดโคลิฟาจลดลงเป็นลักษณะเดียวกันกับการมีสารปนเปื้อนเพียงหนึ่งหรือสองชนิด แสดงว่าในการที่สารประกอบอินทรีย์ทั้งสามชนิดเมื่ออยู่รวมกันในแหล่งน้ำดิบไม่ว่าจะมีปริมาณเท่าไรก็จะส่งผลทำให้ค่าสัมประสิทธิ์การกำจัดโคลิฟาจลดลงด้วยเช่นเดียวกัน และจากผลการทดลองทั้งหมดที่ผ่านมาเมื่อเปรียบเทียบน้ำดิบที่มี

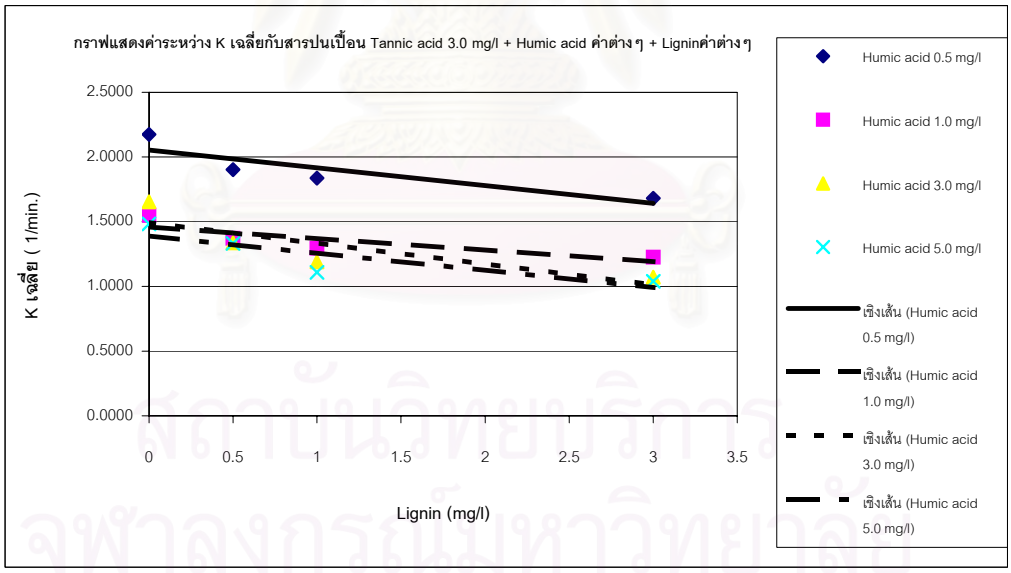
สารปนเปื้อนต่างๆ พบว่า ความขุ่น เป็นปัจจัยหลักหรือเป็นตัวแปรสำคัญที่สุดในการที่จะส่งผลถึงประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจของรังสีอัลตราไวโอเลต ดังนั้นหากมีความจำเป็นที่จะต้องใช้รังสีอัลตราไวโอเลตในการฆ่าเชื้อโรคเรื่องของความขุ่นของน้ำจากแหล่งน้ำนั้นๆจะต้องเป็นตัวแปรแรกๆที่จะต้องใช้ในการพิจารณาเลือกออกแบบระบบฆ่าเชื้อโรคด้วยรังสีอัลตราไวโอเลต และปัจจัยรองต่อมาจากความขุ่น คือการดูดกลืนพลังงานของสารประกอบอินทรีย์หรือขนาดหรือลักษณะโครงสร้างโมเลกุลของสารประกอบอินทรีย์นั้น ซึ่งหากสารประกอบอินทรีย์ที่มีอยู่ในน้ำดิบมีลักษณะโครงสร้างโมเลกุลที่ซับซ้อน ก็จะส่งผลให้สามารถดูดกลืนพลังงานจากรังสีอัลตราไวโอเลตได้มากขึ้นที่ ซึ่งในการทดลองมีการใช้สารประกอบ Humic acid , Tannic acid และ Lignin เจือปนอยู่พบว่า Lignin ซึ่งเป็นสารประกอบอินทรีย์ที่มีลักษณะโครงสร้างโมเลกุลที่ซับซ้อนกว่า Tannic acid และ Humic acid จะเป็นสารประกอบอินทรีย์ที่เมื่อมีอยู่ในน้ำดิบจะส่งผลให้ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจด้วยรังสีอัลตราไวโอเลตต่ำที่สุดและรองลงมาเป็น Tannic acid และ Humic acid ตามลำดับ



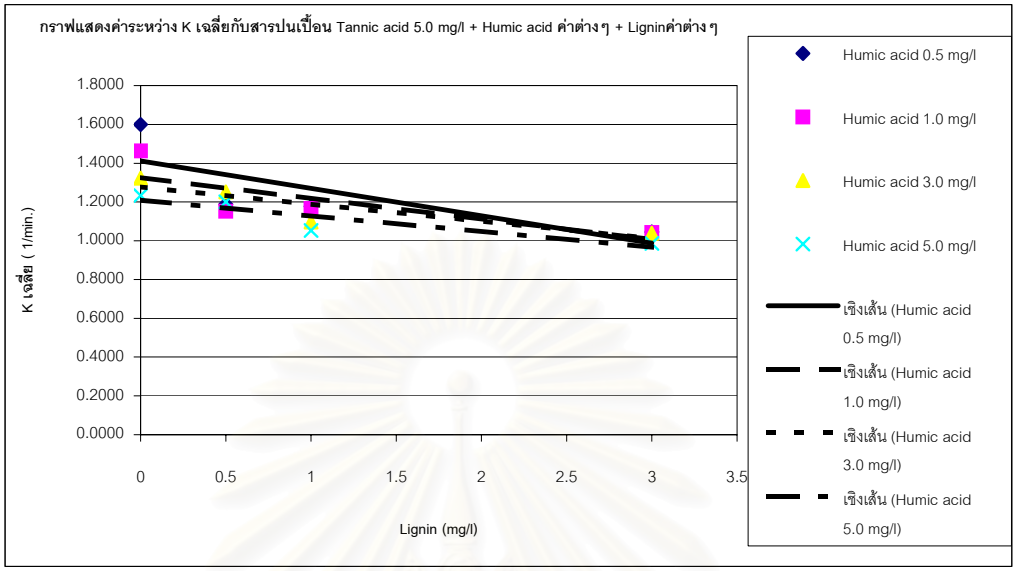
รูปที่ 4.11 กราฟการลดลงของค่า k (n=3) ที่ปริมาณค่าความเข้มข้นของ Tannic acid 0.5 mg/l และ Humic acid และ Lignin ความเข้มข้นต่างๆ



รูปที่ 4.12 กราฟการลดลงของค่า k (n=3) ที่ปริมาณค่าความเข้มข้นของ Tannic acid 1.0 mg/l และ Humic acid และ Lignin ความเข้มข้นต่างๆ



รูปที่ 4.13 กราฟการลดลงของค่า k (n=3) ที่ปริมาณค่าความเข้มข้นของ Tannic acid 3.0 mg/l และ Humic acid และ Lignin ความเข้มข้นต่างๆ



กราฟรูปที่ 4.14 กราฟการลดลงของค่า k (n=3) ที่ปริมาณค่าความเข้มข้นของ Tannic acid 5.0 mg/l และ Humic acid และ Lignin ความเข้มข้นต่างๆ

และเมื่อนำผลการทดลองทั้งหมดมารวมกันเพื่อหาความสัมพันธ์ที่เกี่ยวเนื่องกันของสารปนเปื้อนทั้ง 4 ชนิด คือ ค่าความขุ่น , Humic Acid , Tannic Acid , Lignin พบว่าสามารถหาความสัมพันธ์ได้สมการทั่วไปดังสมการที่ 4.4

$$K = 2.3344-0.0193T-0.1004H-0.1370Ta-0.1603L \quad \text{.....(4.4)}$$

โดยที่ K = ค่าสัมประสิทธิ์การกำจัดโคลิฟาจด้วยรังสีอัลตราไวโอเลต , $min.^{-1}$

T = ค่าความขุ่น , NTU

H = ความเข้มข้นของ Humic acid , mg/l

Ta = ความเข้มข้นของ Tannic acid , mg/l

L = ความเข้มข้นของ Lignin , mg/l

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

1. ในการกำจัดโคลิฟาจที่ปนเปื้อนในน้ำดิบ โดยใช้รังสีอัลตราไวโอเลตจากหลอดชนิดความดันต่ำพบว่า เมื่อระยะเวลาที่น้ำดิบสัมผัสกับรังสีเพิ่มมากขึ้นจะทำให้ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจเพิ่มสูงขึ้นตามไปด้วย โดยความสัมพันธ์ของระยะเวลาที่น้ำดิบสัมผัสรังสีกับประสิทธิภาพในการกำจัดจะมีลักษณะเป็นกราฟExponentialโดยอัตราการเพิ่มขึ้นของประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วง 4 นาทีแรกของการสัมผัสรังสี และอัตราการเพิ่มขึ้นของประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจจะลดลงอย่างรวดเร็วเมื่อผ่านระยะเวลานี้ไปแล้ว

2. ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจที่ปนเปื้อนในน้ำดิบที่ไม่มีสารปนเปื้อน พบว่ามีประสิทธิภาพสูง ถึง 97% , 99.9%(3 ล็อก), 99.999% (5 ล็อก)เมื่อระยะเวลาที่น้ำดิบสัมผัสรังสีมีค่าเท่ากับ 0.17 , 1.66, 19.9 นาทีตามลำดับ

3. ค่าสัมประสิทธิ์ของการกำจัดโคลิฟาจในน้ำดิบที่ไม่มีสารปนเปื้อนมีค่าเท่ากับ 2.8239 $min.^{-1}$ เมื่อกำหนดขอบเขตที่ศึกษาที่ระยะเวลาสัมผัสรังสีอยู่ในช่วง 4 นาทีแรก

4. ผลของความขุ่นในน้ำดิบมีผลทำให้ค่าสัมประสิทธิ์ของการกำจัดโคลิฟาจลดลงจาก 2.8239 $min.^{-1}$เหลือเพียง 2.0923, 1.9959, 1.9635, 1.7160 $min.^{-1}$ที่ปริมาณค่าความขุ่นเท่ากับ 5, 10, 20, 30 NTU ตามลำดับ เมื่อกำหนดขอบเขตที่ศึกษาที่ระยะเวลาสัมผัสรังสีอยู่ในช่วง 4 นาทีแรก

5. ผลของ HUMIC ACID ในน้ำดิบ มีผลทำให้ค่าสัมประสิทธิ์ของการกำจัดโคลิฟาจลดลงจาก 2.8239 $min.^{-1}$เหลือเพียง 2.6365, 2.5267, 2.4624, 2.4011 $min.^{-1}$ที่ปริมาณ HUMIC ACID เท่ากับ 0.5, 1.0, 3.0, 5.0 mg/l ตามลำดับ เมื่อกำหนดขอบเขตที่ศึกษาที่ระยะเวลาสัมผัสรังสีอยู่ในช่วง 4 นาทีแรก

6. ผลของ TANNIC ACID ในน้ำดิบ มีผลทำให้ค่าสัมประสิทธิ์ของการกำจัดโคลิฟาจลดลงจาก 2.8239 $min.^{-1}$เหลือเพียง 2.5391, 2.1743, 2.1690, 1.8881 $min.^{-1}$ที่ปริมาณ TANNIC ACID เท่ากับ 0.5, 1.0, 3.0, 5.0 mg/l ตามลำดับ เมื่อกำหนดขอบเขตที่ศึกษาที่ระยะเวลาสัมผัสรังสีอยู่ในช่วง 4 นาทีแรก

7. ผลของ LIGNIN ในน้ำดิบ มีผลทำให้ค่าสัมประสิทธิ์ของการกำจัดโคลิฟาจลดลงจาก 2.8239 $min.^{-1}$เหลือเพียง 2.3305, 23447, 2.1595 $min.^{-1}$ที่ปริมาณ LIGNIN เท่ากับ 0.5, 1.0, 3.0 mg/l ตามลำดับ เมื่อกำหนดขอบเขตที่ศึกษาที่ระยะเวลาสัมผัสรังสีอยู่ในช่วง 4 นาทีแรก

8. เมื่อในน้ำดิบมีสารปนเปื้อนมากกว่าหนึ่งชนิดขึ้นไปจะทำให้ค่าสัมประสิทธิ์ของการกำจัดโคลิฟาจลดลงยิ่งขึ้น จึงแสดงให้เห็นว่าสารอินทรีย์ซึ่งมีองค์ประกอบค่อนข้างซับซ้อนหรือมีพันธะทางเคมีมากๆ จะส่งผลทำให้สามารถดูดกลืนพลังงานจากรังสีได้มาก ซึ่งสามารถทำให้ค่าสัมประสิทธิ์การกำจัดโคลิฟาจลดลงได้ แม้ลักษณะทางกายภาพของน้ำดิบจะมีลักษณะใสก็ตาม

9. จากสารปนเปื้อนที่ใช้ในการทดลองพบว่า ความขุ่นมีผลต่อการลดลงของค่าสัมประสิทธิ์การกำจัดโคลิฟาจมากที่สุด และระหว่างสารอินทรีย์ที่เลือกใช้ในการทดลองพบว่า LIGNIN มีความสามารถในการเข้าไปลดประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจได้สูงที่สุด รองลงมาคือ TANNIC ACID และ HUMIC ACID ตามลำดับ

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. ศึกษาการใช้รังสีอัลตราไวโอเลตในการบำบัด สารอื่นๆ นอกเหนือจากการกำจัดเชื้อโรคอื่นๆ เช่น การกำจัดสี, การกำจัดสารที่ย่อยสลายทางชีววิทยาหรือจุลชีพได้ยาก

2. ทำการทดลองโดยใช้น้ำที่ผ่านการบำบัดน้ำเสียจริง เพื่อศึกษาประสิทธิภาพและปัจจัยอื่นๆในการนำน้ำกลับมาใช้ใหม่

3. ศึกษาปริมาณความเข้มข้นของสารปนเปื้อนที่สูงขึ้นกว่าเดิม

4. ทำการทดลองโดยเปลี่ยนช่วงความยาวคลื่นอื่นๆในการกำจัดไวรัส หรือการย่อยสลายสารอินทรีย์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

เกษมสันต์ มโนมัยพิบูลย์ ประชา ยอดวานิช และธีระพล ติรวศิน. 2535 การกำจัดไวรัสโดยกระบวนการกรอง. โครงงานทางวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2535.

ทวี จิตไมตรี. 2539.แบคทีเรียวิทยาทั่วไปและปฏิบัติการสำหรับวิศวกรสิ่งแวดล้อม.กรุงเทพมหานคร : ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เนาวรัตน์ ศิรินิรันดร์. 2537.การเพิ่มความเข้มข้น และการตรวจหาปริมาณโคลิฟาจในน้ำ. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2537.

มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์.2537.วิศวกรรมการประปา เล่ม2.กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

มยุรีย์ พันธัย . 2534. จุลชีววิทยา(ปฏิบัติการและหลักเบื้องต้น).ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.

ศิริมา ปัญญาเมธีกุล. 2538.ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ โดยกระบวนการกรองด้วยเมมเบรน.วิทยานิพนธ์ ปริญญามหาบัณฑิต. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2538.

ณัฏฐพงศ์ เลิศปีติภัทร. 2540.ประสิทธิภาพของกระบวนการกรองด้วยเมมเบรนในการกำจัดโคลิฟาจในน้ำดิบที่ปนเปื้อนโคลิฟาจ และอีโคไล.วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2540.

สุรพล สายพานิช.2539.วิศวกรรมน้ำเสีย.กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ภาษาอังกฤษ

Albert Bosch, Jose M. Diez ,and F. Xavier Abad.(1993) Disinfection of Human Enteric Viruses in Water by Cpper : Silver and Reduced Levels of Chlorine.Wat. Sci. Tech. 27: 351 – 356.

APHA (1992) Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater , 18th ed. American Public Health Association, Baltimore, MD.

Battigelli D.A.,Sobsey M.D., and Lobe D.C.(1993). The Inactivation of Hepatitis a virus and Other Model Viruses by UV Irradiation.Wat. Sci. Tech. 27: 339 – 342.

Botzenhart K., G. M. Tarcson, and M. Ostruschka.(1993) Inactivation of Bacteria and Coliphages by Ozone and Chlorine Dioxide in a Continuous Flow Reactor. Wat. Sci. Tech. 27: 363 – 378.

Christoph K. Scheck, and Fritz H. Frimmel. (1995). Degradation of Phenol and Salicylic Acid by Ultraviolet Radiation/Hydrogen Peroxide/Oxygen. Wat. Res. Vol.29.No.10: 2346-2352.

Chiyoda Kohan (1996).UV Light Works Photochemically. Ultraviolet Disinfection Systems.:7-17.

Clifford G. W. (1978).Disinfection of Wastewater and Water for Reuse. Van Nostrand Reinhold Company.

David K. Powelson et al.(1993). Virus Transport and Removal in Wastewater During Aquifer Recharge. Wat. Res. Vol.27. No.4: 583-590.

Fernando J. Beltran, Jose M. Encinar, and Juan F. Gonzalez.(1997). UV radiation in the presence and absence of hydrogen peroxide. Wat. Res. Vol.31.No.10: 2405-2414.

Fernando J. Beltran, Jose M. Encinar, and Juan F. Gonzalez. (1997). Ozone combined with hydrogen peroxide or UV radition. Wat. Res. Vol.31.No.10: 2415-2428.

Fernando J. Beltran et al. (1994) Advance Oxidation of Atrazine in Water-II.Ozonation Combined with Ultraviolet Radiation. Wat. Res. Vol.28. No.10: 2165-2174.

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

Gregory V. Korshin, Chi-Wang Li, and Mark M. Benjamin. (1997) The Decrease of UV absorbance as an indicator of TOX formation. Wat. Res. Vol.31. No.4 : 946-949.

Halim Dizer et al.(1993). Use of Ultraviolet radiation for inactivation of bacteria and coliphages in pretreated wasetwater. Wat. Res. Vol.27. No.3 : 397-403.

Havelaar, A.H. (1986). F-Specific RNA Bacteriophages as model viruses in water treatment processes. Netherland.

Higuchi. T. and Barnound (1966). Biogenesis of lignins of the tissues and plants cultured in vitro. Mokuzai Gakkaishi. :12-36

Huff , C.B., Smith, B.S., Boring, W.D., and Clarke N.A. (1965). Study of Ultraviolet Disinfection of Water and Factors in Treatment Efficiency. Public Health Reports 80 : 695

Hurst, C.J., Benton, W.H., and Stetler, R.E. (1989). Detecting viruses in water.Jour. AWWA. 81 : 71-80.

Javier F. Benitez et al. (1996). Degradation of Protocatechuic Acid by Two Advanced Oxidation Processes: Ozone/UV Radiation and H_2O_2/UV Radiation. Wat. Res. Vol.30. No.7:1597-1604.

Jay H. Lehr, Tyler E. Gass, Wayne A. Pettyjohn, and Jack Demarre. (1980) Domestic Water Treatment. Magraw-Hill Book Company.

Joseph De Laat et al.(1994). Degradation of Chloroethanes in Dilute Aqueous Solution By H_2O_2/U.V..Wat. Res. Vol.28 . No.12 : 2507-2519.

Jun-Ichiro Hayashi et al. (1993). Decomposition rate of Volatile Organochlorines by Ozone and Utilization Efficiency of Ozone with Ultraviolet Radiation in a Bubble-Colume Contactor. Wat. Res. Vol.27. No.6 :1091-1097.

Kawabata T., and Harada T.(1959). The Disinfection of Water by Gemicidal Lamp. J. Illumination Soc.36 .: 89

Knight, C.A. (1975). Chemistry of viruses. 2nd. ed. New York. Springer verlag.

Liltved H., and Landfald B. (1996). Influence of Liquid Holding Recovery and Photoreactivation on Survival of Ultraviolet-Irradiated Fish Pathogenic Bacteria. Wat. Res. Vol.30. No.5 : 1109-1114.

Madhumita Bhowmick, and Michael J. Semmens. (1994). Ultraviolet Photooxidation for The Destruction of VOCs in Air. Wat. Res. Vol.28. No.11 : 2407-2415.

Martin Sorensen, and Fritz H. Frimmel. (1997). Photochemical Degradation of Hydrophilic Xenobiotics in the UV/H_2O_2 Process : Influence of Nitrate on the Degration Rate of EDTA,2-Amio-1-Naphthalenesulfonate,Diphenyl-4-Sulfonate and 4,4'-Diaminostilbene-2,2'-Disulfonate. Wat. Res. Vol 31. No.11: 2885-2891.

Mathews, F.E. (1983).Methods for the isolation and enumeration of enteroviruses from raw waters. Watson Ferguson and co.

Mc Kane, L., and Kandel, J. (1996). Microbiology : essential and application. 2nd. ed. New Aster : McGraw-Hill,Inc.

Melnick, J.L., Gerba, C.P.,and Wallis, C. (1978). Virus in water.Bull. WHO. 56 :499-506

Naranjo, J.E., Gerba, C.P., Braford, S.M., and Irwin, J. (1993). Virus removal by an on-site wastewater treatment and recycling system. Water Sci. Technol.(United Kingdom). 27:441-444.

Oliver, B.G. and Cosgrove,E.G.(1975) The Disinfection of Sewage Treatment Plant Effluent Using Ultraviolet Light. Can. J. Chem. Eng. 53 : 170.

Palmateer, G.A., et al. (1990). Coliphages and bacteriophages in Canadian drinking water. Wat. International. 15 : 157-159

Payment, P., Trudel, M., and Plante, R. (1985). Elimination of viruses and indicator bacteria at each step of treatment during preparation of drinking water at seven water treatment plants. Appl. Environ. Microbial. 49: 1418-1428.

Pelczar, M.J., Chan, E.C.S., and Krieg, N.R. (1986). Microbiology : concepts and application. :403-421.

Richard J. Watts et al. (1995). Photocatalytic Inactivation of Coliform Bacteria and Viruses in Secondary Wastewater Effluent. Wat. Res. Vol.29. No.1 : 95-100.

Rodda N.,Bateman B., and Kfir R. (1993). Removal of Salmonella Typhi,Shigella Dysenteriae,Vibrio Cholerae and Rotavirus from Water Using a Water Treatment Tablet. Wat. Sci. Tech. 27 : 347 – 350.

Rowe D. R., E.L. Haenisch, and D.T. Sawyer. (1995). Handbook of Wastewater Reclamation and Reuse.CRC Press, Inc.

Schmidt O. Th. (1956). Gallotannine. Chem. Org. Naturst. 13 : 70-136

Shaukat Farooq et al. (1993). Disinfection of Wastewater : High-Energy Electron vs Gamma Irradiation. Wat. Res. Vol.27. No.7 : 1177-1184.

Slade, J.S. (1985). Viruses and drinking water. Jour. of the Institution of Water Engineers and Scientists. 39: 78-80.

Sobotka J. (1993). The Efficiency of Water Treatment and Disinfection by Means of Ultraviolet Radiation. Wat. Sci. Tech. 27 : 343 – 346.

Sommer R., and A. Cabaj. (1993). Evaluation of The Efficiency of a UV Plant for Drinking Water Disinfection. Wat. Sci. Tech. 27 : 357 – 362.

Stetler, R.E. (1984). Coliphages as indicators of enteroviruses. Appl. Environ. Microbiol. 48: 668-670.

Stevenson F. J. (1982). Organic Chemistry.Soil Sci. 103 : 383-402

Stephen D Killops and Vanessa J Killops (1993). Chemical composition of biogenic natter . Organic Geochemistry. : 22-67

Tortaro, G.J., Funke, B.R., and Case, C.L. (1985). Microbiology: an introdution. 2nd. ed., Benjamin/Cumming Inc.: 345-357.

Tosa K. and Hirata T. (1999). Photoreactivation of Enterohemorrhagic Escherichia Coli following UV disinfection. Wat. Res. Vol.33. No.2 : 361-366.

Water Environment Federation (1996) Ultraviolet disinfection . Wastewater Disinfection. Water Environment Federation, Alexandria, VA, U.S.A. : 227-291.

Whitby G.E., and G. Palmateer. (1993). The Effect of UV Transmission,Suspended Solids and Photoreactivation on Microorganisms in Wastewater Treated with UV Light. Wat. Sci. Tech. 27 : 379 - 387

Wiedenmann A.,Fischer B.,Straub U. et al. (1993). Disinfection of Hepatitis a virus and MS-2 Coliphage in Water by Ultraviolet Irradiation:Comparison of UV-Susceptibility. Wat. Sci. Tech. 27 : 335 – 338

York, D.W., and Drewry, W.A. (1974). Virus removal by chemical coagulation. Jour. AWWA. 66: 711-716.

Young Ku, Ren-Ming Leu, and Kuen-Chyr Lee. (1996). Decomposition of 2-Chlorophenol in aqueous solution by UV irradition with the presence of Titanium dioxide. Wat. Res. Vol.30. No.11 : 2569-2578.

Yung-Shuen Shen et al. (1995). The Effect of Light Absorbance on The Decomposition of Chlorophenols by Ultraviolet Radiation and U.V./H_2O_2 Processes. Wat. Res. Vol.29. No.3 : 907-914.

Yung-Shuen Shen, and Young Ku. (1998). Decomposition of Gas-phase Chloroethenes by UV/O_3 Process. Wat. Res. Vol.32. No.9 : 2669-2679.

ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก

การทำความสะอาด การเตรียม และการสเตอริไลส์เครื่องแก้ว

การทำความสะอาด

ล้างเครื่องแก้วต่างๆ ด้วยสารซักฟอกที่เหมาะสมในน้ำอุ่น แล้วล้างสารซักฟอกออกให้หมด ผึ่งหรือเช็ดให้แห้งด้วยผ้าสะอาด ในกรณีที่เป็นเครื่องแก้วที่ปนเปื้อนแบคทีเรียแล้ว ก่อนล้างต้องฆ่าแบคทีเรียที่ติดอยู่เสียก่อน โดยปฏิบัติดังนี้

- ไปเปต (pipet) ให้แช่ในน้ำยาฆ่า เช่น 10.5% caustic soda หรือ hypochlorite ซึ่งมี free residual chlorine ไม่ต่ำกว่า 1,000 mg/l หรือน้ำยาฆ่าเชื้ออื่นๆ ที่เหมาะสมนานไม่ต่ำกว่า 30 นาที
- จานเพาะเชื้อ (Petri dish) หลอดทดลอง และขวดต่างๆ หรือเครื่องแก้วอื่นๆให้ต้มในน้ำซึ่งผสมด้วย washing soda หรือสารซักฟอก นานประมาณ 30 นาที หรือ สเตอริไลส์ด้วยหม้อนึ่งอัดไอ(autoclave)

ไม่เทอาหารเพาะเชื้อที่มีส่วนผสมของวุ้น (agar) ที่กำลังหลอมเหลวในอ่าง เพราะเมื่อวุ้นเย็นตัวลงจะแข็ง ทำให้ท่อระบายน้ำทิ้งอุดตันได้ ควรเจือจางด้วยน้ำประปาให้มากๆเสียก่อนจึงเททิ้งการเตรียมเครื่องแก้วก่อนสเตอริไลด์

1. ไปเปต บรรจุในกระบอกใส่ไปเปต (pipet can) ชนิดทำด้วยอลูมินั่ม หรือเหล็กไร้สนิม (stainless steel) หลีกเหลี่ยงชนิดที่ทำด้วยทองแดงขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 5-7.5 เซ็นติเมตร ยาวประมาณ 40 เซ็นติเมตร โดยให้ปลายที่จุ่มของเหลวอยู่ด้านก้นกระบอกที่ก้นกระบอกควรรองด้วยใยแก้ว(glass wool) หรือผ้าแอสเบสตอส เพื่อกันการกระแทกของปลายไปเปตกับก้นกระบอก ซึ่งอาจทำให้ปลายไปเปตชำรุดเสียหายได้ ถ้าไม่มีกระบอกใส่ไปเปตใช้กระดาษคราฟท์(kraft paper) ขนาด 14 x 50 ซม. พันห่อให้รอบแต่ละอันก็ได้

2. หลอดทดลอง ม้วนสำลีชนิดไม่ดูดซึม(nonabsorbent cotton) หรือหากไม่มีสามารถใช้สำลีธรรมดา(absorbent cotton) แทนก็ได้ ทำเป็นจุกสวมปากหลอดให้ลึกลงไปจากปากหลอด

ประมาณ 2 - 3 ซม. และมีส่วนเหนือปากหลอดประมาณ 2.5 - 3.5 ซม.อย่าให้จุกแน่นเกินไป หลอดทดลองซึ่งมีจุกเกลียวซึ่งทนความร้อนได้ไม่สูงนัก ให้คลายเกลียวออกเล็กน้อยก่อนที่จะสเตอริไลส์ด้วยหม้อนึ่งอัดไอ และขันเกลียวให้แน่น ภายหลังนำออกมาจากหม้อนึ่งอัดไอแล้ว พวกที่ใช้ครอบปากหลอดทำด้วยอลูมินั่ม(aluminum cap) นำเข้าสเตอริไลส์ในตู้อบ(hot air oven)ได้เลย

3. ขวดต่างๆ เช่น ขวดเก็บน้ำตัวอย่าง และขวดทำเจือจาง(sample and dilution bottle) ถ้าเป็นขวดจุกแก้วประมาณ 0.7 ซม. ยาวประมาณ 10 ซม. พาดปากขวดก่อนจึงปิดจุก ทั้งนี้เพื่อป้องกันจุกติดแน่นกับขวดเปิดไม่ออก และดันคอขวดร้าว เนื่องจากจุกแก้ว และคอขวดขยายตัวไม่เท่ากันเมื่อถูกความร้อน และในกรณีที่สเตอริไลส์ด้วยหม้อนึ่งอัดไอ พื้นผิวภายในขวดหรือสิ่งที่บรรจุอยู่จะได้สัมผัสกับไอน้ำความดัน อาจหุ้มจุกและคอขวดด้วยอลูมินั่มแผ่นบางๆ (aluminum foil) หรือด้วยกระดาษคราฟท์ แล้วผูกด้วยเชือก ขวดที่มีจุกเกลียวทนความร้อนได้ไม่สูงนัก ก่อนสเตอริไลส์ปฏิบัติเช่นเดียวกับหลอดทดลองที่มีจุกเกลียว

4. จานเพาะเชื้อ (Petri dish) ชนิดที่ทำด้วยแก้วที่ใช้ทั่วไป ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 9.0 ซม. ห่อด้วยกระดาษคราฟท์ อาจห่อได้จำนวนแต่ละห่อต่างๆกันจนถึง 5 จาน โดยใช้กระดาษคราฟท์สี่เหลี่ยมจตุรัส กว้างด้านละ 45 ซม. หรือใส่กระบอกโลหะขนาดโตพอ ลักษณะคล้ายกระบอกใส่ไปเปตก็ได้ แต่ทั้งนี้ต้องไม่ทำด้วยทองแดง ปัจจุบันมีจานเพาะเชื้อที่ทำด้วยพลาสติกซึ่งเตอริไลส์แล้วจากโรงงานผู้ผลิต สามารถนำมาใช้งานได้ทันที แต่มีราคาแพงสำหรับประเทศเรา

5. กระบอกตวง (measuring cylinder) ใช้อลูมินั่มแผ่นบางๆ หรือกระดาษคราฟท์ครอบปิดปากไว้ ลึกจากปากลงมาประมาณ 4 - 6 ซม. ถ้าใช้กระดาษคราฟท์ต้องผูกด้วยเชือกให้แน่น

6. บีกเกอร์ (beaker) ปฏิบัติเช่นเดียวกับกระบอกตวง ถ้าเป็นขนาดเล็กให้ห่อด้วยกระดาษคราฟท์

7. ขวดชมพู่ (conical flask) ปิดจุกด้วยสำลีลงไปในคอขวดประมาณ 3 - 5 ซม. และให้มีส่วนเหนือปากขวดประมาณ 3 - 6 ซม. อาจหุ้มด้วยแผ่นอลูมินั่มบางๆ หรือกระดาษคราฟท์อีกชั้นหนึ่งก็ได้

การสเตอริไลส์

นำเครื่องแก้วที่เตรียมไว้ข้างต้น ยกเว้นบางชนิดที่ต้องใช้หม้อนึ่งอัดไอ ใส่ในตู้อบ อย่าให้เบียดชิดมากเกินไปหรือซับซ้อนกันหลายชั้นเพื่อให้แต่ละชั้นได้รับอุณหภูมิสม่ำเสมอกันใช้อุณหภูมิที่ 160 -170 องศาเซลเซียส นานไม่ต่ำกว่า 1 ชั่วโมง เมื่อครบกำหนดเวลาแล้วปิดสวิทซ์ไฟฟ้าหรือแก๊ส ปล่อยให้เย็นลงช้าๆ การเปิดตู้ทิ้งไว้ในขณะที่ภายในตู้ยังร้อนจัด อาจทำให้เครื่องแก้วแตกร้าวได้ เนื่องจากการลดอุณหภูมิอย่างกะทันหัน

สำหรับเครื่องแก้วที่มีส่วนประกอบทนความร้อนได้ไม่สูงนัก ให้สเตอริไลส์ด้วยหม้อนึ่งอัดไอ ใช้อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว(1.2 kg/cm2) นาน 15 นาที

เครื่องมืออื่นๆ นอกจากที่กล่าวมาแล้ว เช่น กรวยกรอง ฐานรับเยื่อกรอง(filter base) ตลอดจนเยื่อกรอง(membrane filter) และแผ่นซับ(absorbent pad) ที่ใช้ในวิธีการทดลอง ให้ห่อด้วยกระดาษคราฟท์ แล้วสเตอริไลส์ด้วยหม้อนึ่งอัดไอ

เก็บเครื่องแก้วทั้งหมดที่สเตอริไลส์แล้วไว้ในที่ที่ไม่มีฝุ่นละออง หรือในที่ที่ไม่มีลมพัดผ่านไปมาสะดวก เพื่อป้องกันการปนเปื้อน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข

อาหารเพาะเชื้อ และการเตรียม

อาหารเพาะเชื้อ(culture media) สำหรับเพาะเชื้อแบคทีเรียมีมากมายหลายชนิด ตามวัตถุประสงค์ของการใช้ บางชนิดมีส่วนผสมประกอบด้วยสารเคมีหลายชนิด และวิธีการเตรียมค่อนข้างซับซ้อน เป็นการสิ้นเปลืองในการที่จะจัดหาสารเคมีต่างๆเหล่านี้ไว้ให้ครบ และเป็นการยากที่จะทำให้การเตรียมแต่ละครั้งมีส่วนประกอบเหมือนกันโดยละเอียดทุกประการ นอกจากนั้นยังเป็นการสิ้นเปลืองเวลาในการเตรียมแต่ละครั้งด้วย ถ้าจัดเตรียมไว้ปริมาณมากๆก็จะเกิดปัญหาในการเก็บรักษา โดยเฉพาะกรณีที่ใช้ไม่มากพอและบ่อยนัก ดังนั้นจึงเป็นการสะดวกที่จะใช้อาหารเพาะ เชื้อสำเร็จรูป ซึ่งผลิตโดยบริษัทต่างๆ ที่เชื่อถือได้ เช่น บริษัท Difco,U.S.A. บริษัท Oxoid ,U.K. บริษัท BBL,U.S.A. เป็นต้น

การเก็บรักษาอาหารเพาะเชื้อ

อาหารเพาะเชื้อสำเร็จรูปหลังจากเปิดใช้แล้วให้ปิดจุกให้แน่นเก็บไว้ในที่มือ และมีความชื้นน้อยๆ อุณหภูมิควรต่ำกว่า 30 องศาเซลเซียส ถ้าเกิดการเปลี่ยนสี หรือจับตัวกันเป็นก้อนแข็งไม่ควรนำมาใช้ ควรซื้อขนาดบรรจุน้อยๆ และใช้หมดภายใน 6 เดือน หลังจากเปิดใช้ครั้งแรก

อาหารเพาะเชื้อที่สเตอริไลส์แล้ว ในภาชนะหนึ่งใดควรใช้หมดภายใน 1 สัปดาห์ แต่ถ้าภาชนะนั้นมีจุกเกลียวปิดแน่น อาจเก็บไว้ได้นานถึง 3 เดือน การเก็บอาหารเพาะเชื้อควรเก็บไว้ในที่เย็นๆ ไม่ถูกแสงแดดโดยตรง ระวังไม่ให้เกิดการปนเปื้อน และมีโอกาศระเหยได้มากเกินไป

การเตรียมอาหารเพาะเชื้อ

ส่วนประกอบที่สำคัญอย่างหนึ่งของอาหารเพาะเชื้อ คือ น้ำ น้ำที่ใช้ควรเป็นน้ำกลั่นหรือน้ำที่ผ่านการ deionize มาแล้ว และเก็บไว้ในขวดที่สะอาด ไม่ใกล้แสงแดดเพราะอาจจะเกิดสาหร่ายในน้ำได้ ถ้าใช้อาหารเพาะเชื้อสำเร็จรูปให้ปฏิบัติตามคำแนะนำเฉพาะชนิดของผู้ผลิต ถ้าเป็นชนิดที่มีวุ้นผสมอยู่ด้วย ขณะที่ต้มต้องหมั่นกวนบ่อยๆ เพื่อป้องกันวุ้นติดภาชนะและอาจจะไหม้ได้ พร้อมทั้งหมั่นช้อนฟองเหนียวๆทิ้งเสีย ต้มพอวุ้นละลายหมดพอดี ไม่ควรต้มนานจนเกินไป แบ่งใส่ภาชนะ

ต่างๆตามต้องการก่อนนำไปสเตอริไลส์ อาหารเพาะเชื้อที่มีวุ้นเป็นส่วนประกอบที่แข็งตัวแล้วในภาชนะที่สเตอริไลส์แล้ว ถ้าต้องการทำให้หลอมเหลวอีก อย่าตั้งภาชนะบนไฟโดยตรง ให้หล่อในน้ำต้มเดือดจนละลายหมด หรืออบไอน้ำในหม้อนึ่งอัดไอโดยไม่ต้องมีความดัน อาหารเพาะเชื้อที่สเตอริไลส์แล้ว ถ้าเกิดการปนเปื้อนให้ทิ้งไปไม่ควรนำมาสเตอริไลส์ซ้ำ

การปรับระดับ pH ของอาหารเพาะเชื้อ

อาหารเพาะเชื้อที่เตรียมแล้วอาจมีความจำเป็นต้องปรับค่าความเป็นกรด-ด่าง(pH)ตามแต่ชนิดโดยใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์หรือกรดไฮโดรคลอริก ปรับระดับโดยใช้เครื่องมือวัด pH ช่วย สำหรับอาหารเพาะเชื้อสำเร็จรูปมักไม่มีปัญหานี้

การสเตอริไลส์อาหารเพาะเชื้อ

ควรนำอาหารเพาะเชื้อที่เตรียมแล้วมาสเตอริไลส์ภายใน 2 ชั่วโมง โดยใช้หม้อนึ่งอัดไอความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที หลังจากนั้นรีบนำออกจากหม้อนึ่งอัดไอ และทำให้เย็นโดยเร็ว เพื่อไม่ให้ได้รับความร้อนนานเกินไป ส่วนผสมบางอย่างอาจสลายตัวได้ เช่น ชนิดที่มีส่วนผสมของน้ำตาลแลคโตส หรืออื่นๆ ที่ทนความร้อนสูงนานๆไม่ได้ ควรทำให้หม้อนึ่งอัดไอมีน้ำเดือดเสียก่อน แล้วจึงนำอาหารเพาะเชื้อใส่ลงไป เมื่อสเตอริไลส์แล้วรีบนำออกมาทำให้เย็นลงเร็วๆ เพื่อลดเวลาที่อาหารเพาะเชื้อสัมผัสความร้อน ซึ่งทั้งนี้รวมเวลาทั้งหมดในการสเตอริไลส์ไม่ควรนานเกิน 45 นาที

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ค

การย้อมแบคทีเรียแบบแกรม (Gram stain)

การย้อมแบคทีเรียแบบแกรม ได้มีผู้ดัดแปลงจากของเดิมของ Christian Gram นายแพทย์ชาวแดนมาร์กไว้หลายแบบ แบบที่นำมาปฏิบัติในที่นี้เป็นแบบที่ดัดแปลงโดย Hucker (Hucker's modification) แบคทีเรียที่จะนำมาย้อมควรมีอายุระหว่าง 24 - 48 ชั่วโมงและเพาะไว้บนผิวของอาหารเพาะเชื้อชนิดแข็ง (solid media) เช่น nutrient agar พวกที่มีอายุมากๆ อาจทำให้ผลการย้อมผิดพลาดได้

สารละลายที่ใช้ และการเตรียม

1. Ammonium oxalate-crystal violet solution ละลาย crystal violet (ปริมาณเนื้อสีไม่ต่ำกว่า 90 %) 2 กรัม ในเอธิลแอลกอฮอล์ (95%) 20 มิลลิลิตร ละลาย ammonium oxalate 0.3 กรัม ในน้ำกลั่น 80 มิลลิลิตร ผสมสารละลายทั้งสองเข้าด้วยกันทิ้งไว้นาน24ชั่วโมงแล้วกรองด้วยกระดาษกรอง

2. Lugol's iodine solution บดผลึกไอโอดีน 1 กรัม และ โปตัสเซียมไอโอไดด์(KI) 2 กรัม ในโกร่ง(mortar) จนละเอียด เติมน้ำกลั่นทีละน้อย และบดต่อไปเรื่อยๆ สลับกับการเติมน้ำกลั่นทีละน้อย จนละลายดี แล้วเติมน้ำกลั่นลงไปอีกจนครบ 300 มิลลิลิตร เก็บใส่ขวดสีน้ำตาลไว้ใช้ต่อไป สารละลายนี้ถ้าเก็บไว้นานและเปลี่ยนเป็นสีเหลืองแทนที่จะเป็นสีน้ำตาล ไม่ควรนำมาใช้

3. Acetone-alcohol solution ผสมเอธิลแอลกอฮอล์ 95% กับ acetone ในปริมาณที่เท่าๆกัน

4. Safranin solution ละลาย safranin 2.5 กรัม ในแอลกอฮอล์ (95%) 100 มิลลิลิตร (เป็น stock solution) นำสารละลายนี้มา 10 มิลลิลิตร เติมลงในน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร เพื่อเป็นสารละลายที่จะใช้งาน เพื่อความสะดวกในการใช้งาน บรรจุสารละลายทั้ง 4 นี้ในขวดสำหรับหยด หรือขวดที่มีหลอดสำหรับหยด

วิธีย้อม (Staining proceduce)

ก่อนการย้อมควรล้างสไลด์ให้สะอาดเสียก่อน ถ้าสไลด์ไม่สะอาดพอแบคทีเรียที่เกลี่ย (smear) และทำให้ติด(fix) ไว้อาจหลุดออกในระหว่างขั้นต่างๆของการย้อมได้ ล้างสไลด์ด้วยสาร

ซักฟอกแล้วล้างออกให้หมด แช่ในเอธิลแอลกอฮอล์ 95% แล้วเช็ดให้แห้ง หรือเผาเอธิลแอลกอฮอล์ให้ไหม้หมดไปจนแห้ง แล้วปล่อยให้เย็น

- การเกลี่ย หยดน้ำกลั่น 1 หยดลงบนสไลด์ ใช้ loop ลนเปลวไฟจนร้อนแดง และทำให้เย็นลงโดยส่ายไปมาในอากาศ แตะโคโลนีแบคทีเรียในจานเพาะเชื้อที่จัดไว้มาเล็กน้อย เกลี่ยไปมาในหยดน้ำบนสไลด์จนขุ่นจางๆสม่ำเสมอกัน และแผ่ให้เป็นฟิลม์บางๆ กระจายออกไปเป็นพื้นที่ประมาณ 1 ตารางเซ็นติเมตร และเพื่อเป็นการประหยัดเวลาสไลด์ 1 แผ่น อาจย้อมได้ 2-3 ตัวอย่าง โดยเกลี่ยบนผิวสไลด์ให้ห่างกันพอควร และทำเครื่องหมายของแต่ละตัวอย่างไว้

- การทำให้ติด ปล่อยสไลด์ไว้เฉยๆ จนฟิลม์ที่เกลี่ยไว้แห้ง(air dry) หรือใช้นิ้วจับขอบปลายด้านหนึ่งของสไลด์แล้วลนสไลด์ผ่านเปลวไฟจากตะเกียงแอลกอฮอล์เร็วๆ 2-3 ครั้ง พออุ่นๆปล่อยให้แห้ง และเย็นลง(heat fix) ในขั้นนี้แบคทีเรียที่เกลี่ยไว้เป็นฟิลม์บางๆจะเกาะติดกับสไลด์

- การย้อมขั้นต้น (primary stain) หยด ammonium oxalate-crystal violet ลงไปจนท่วมบริเวณที่เกลี่ยไว้ ทิ้งไว้นาน 1 นาที แล้วล้างออกโดยใช้นิ้วจับขอบปลายด้านหนึ่งของสไลด์เอียง 45 องศา ปล่อยให้กระแสน้ำจากก๊อกน้ำประปาซึ่งไหลอ่อนๆซะผ่าน จนไม่มีสีไหลออกมาอีก

- การทำให้สีติดแน่น(mordant) หยด Lugol's iodine จนท่วมบริเวณที่เกลี่ยไว้ ทิ้งไว้นาน 1 นาที แล้วล้างออกเช่นเดียวกับในข้อ 3

- การขจัดสี (decolorize) จับสไลด์เอียงดังการล้าง แล้วหยด acetone-alcohol ลงไปเหนือบริเวณที่เกลี่ยไว้เรื่อยๆ ปล่อยให้สีถูกซะล้างลงมาทางปลายล่างของสไลด์จนไม่มีสีถูกซะออกมาอีก ใช้เวลานาน 15 -30 วินาทีแล้วล้างด้วยน้ำอีกครั้ง

- การย้อมสีตัดกัน (counterstain) หยด safranin ให้ท่วม ทิ้งไว้นาน 15 - 30 วินาที แล้วล้างครั้งสุดท้าย ซับด้วยกระดาษซับเบาๆทั้งด้านหน้า และด้านหลังสไลด์ โดยสอดสไลด์เข้าไประหว่างแผ่นกระดาษซับ ซึ่งเย็บเป็นเล่ม(bibulous paper) จนแห้ง หยด immersion oil ลงบริเวณที่เกลี่ยไว้แล้ว ส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ โดยใช้ oil immersion objective lens

การรายงานผล

แบคทีเรียที่ย้อมติดสีน้ำเงิน หรือสีม่วงของ crystal violet เป็นแบคทีเรียชนิดแกรมบวก (grampositive) ที่ติดสีแดงของ safranin เป็นแบคทีเรียชนิดแกรมลบ(gramnegative)

ภาคผนวก ง

การแยกแบคทีเรียพันธุ์บริสุทธิ์(pure culture) ด้วยวิธี streak plate

เครื่องมือและวัสดุ

1. แบคทีเรียพันธุ์ผสมในจานเพาะเชื้อ
2. loop
3. sterile EMB agar ในจานเพาะเชื้อ

วิธีการปฏิบัติ

1. ให้ลนไฟ loop จนร้อนแดง ทิ้งให้เย็น แง้มฝาจาน แตะโคโลนีที่ต้องการมาเล็กน้อย แล้ว streak บนผิวของ EMB agar

2. การ streak ควรใช้วิธี cross streak เพื่อที่จะได้โคโลนีที่อยู่ห่างๆกัน(discrete colony) โดยเริ่มต้น streak ที่ใกล้ขอบด้านหนึ่งของจานไปมา 10 - 20 ขีด และหมุนจานไปประมาณ 90 องศา แล้ว streak ผ่านรอยเดิมอีก 10 - 20 ขีด และหมุนจานต่อไปอีก 90 องศา streak ซ้ำอีก 10 - 20 ขีด ทำเช่นเดียวกันต่อไปจนหมดพื้นที่บนผิวของ agar ลนไฟ loop อีกครั้งก่อนเก็บ

3.รีบปิดฝาจาน เขียนเครื่องหมายบนฝาจาน คว่ำจานแล้วนำเข้าบ่นในตู้บ่น(incubator) ที่ 36 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง

4. ครบเวลาบ่ม นำจานมาตรวจผล ใช้ sterile loop แตะโคโลนีที่ต้องการที่อยู่ห่างๆ กับโคโลนีอื่นๆแล้ว streak และบ่มตามข้อ 2 และ 3

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

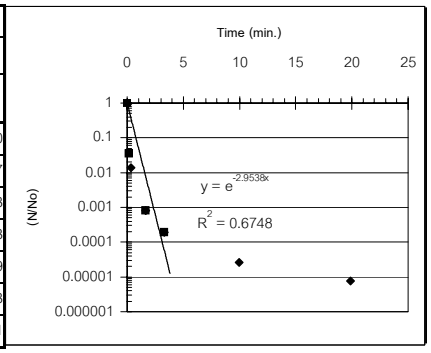
ภาคผนวก จ

ข้อมูลจากการทดลอง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

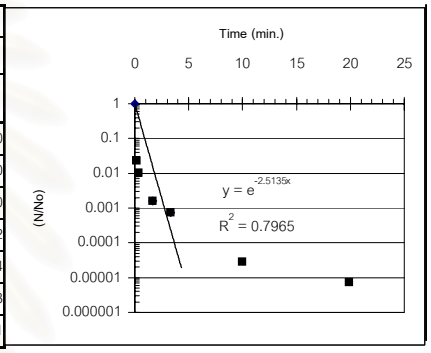
ชุดการทดลองที่ 1 น้ำดิบ + โคลิฟาจ

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก			จำนวน	ประสิทธิภาพ		Survival
(นาที)	(นาที)	10^n		ที่นับได้ในplateที่			ไวรัส	ในการกำจัดโคลิฟาจ		ratio
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	49	50	50	9.93E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	15	19	19	3.53E+06	96.44%	1.449	0.03557
1	0.33	4	10,000	67	69	73	1.39E+06	98.60%	1.853	0.01403
5	1.66	3	1,000	39	41	43	8.20E+04	99.92%	3.083	0.00083
10	3.32	2	100	94	95	98	1.91E+04	99.98%	3.715	0.00019
30	9.95	1	10	125	130	137	2.61E+03	99.997%	4.580	0.00003
60	19.90	1	10	35	38	39	7.47E+02	99.9992%	5.124	0.00001



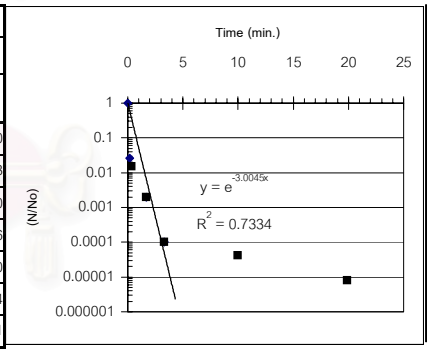
ชุดการทดลองที่ 2 น้ำดิบ + โคลิฟาจ

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก			จำนวน	ประสิทธิภาพ		Survival
(นาที)	(นาที)	10^n		ที่นับได้ในplateที่			ไวรัส	ในการกำจัดโคลิฟาจ		ratio
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	7	10,000,000	1	2	2	3.33E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	4	10,000	35	38	40	7.53E+05	97.74%	1.646	0.02260
1	0.33	4	10,000	17	17	18	3.47E+05	98.96%	1.983	0.01040
5	1.66	3	1,000	25	27	29	5.40E+04	99.84%	2.790	0.00162
10	3.32	3	1,000	11	13	13	2.47E+04	99.93%	3.131	0.00074
30	9.95	1	10	45	48	49	9.47E+02	99.997%	4.547	0.00003
60	19.90	0	1	119	121	123	2.42E+02	99.9993%	5.139	0.00001



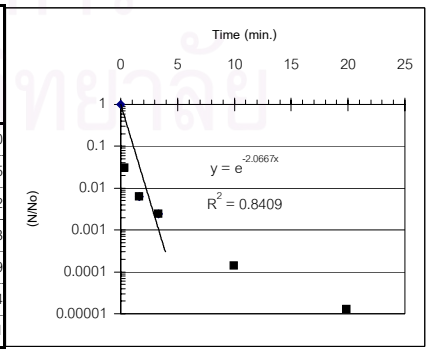
ชุดการทดลองที่ 3 น้ำดิบ + โคลิฟาจ

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก			จำนวน	ประสิทธิภาพ		Survival
(นาที)	(นาที)	10^n		ที่นับได้ในplateที่			ไวรัส	ในการกำจัดโคลิฟาจ		ratio
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	6	8	10	1.60E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	4	10,000	18	21	23	4.13E+05	97.42%	1.588	0.02583
1	0.33	4	10,000	10	11	15	2.40E+05	98.50%	1.824	0.01500
5	1.66	3	1,000	15	16	16	3.13E+04	99.80%	2.708	0.00196
10	3.32	1	10	80	83	84	1.65E+03	99.99%	3.988	0.00010
30	9.95	1	10	32	33	36	6.73E+02	99.996%	4.376	0.00004
60	19.90	0	1	61	65	65	1.27E+02	99.9992%	5.099	0.00001



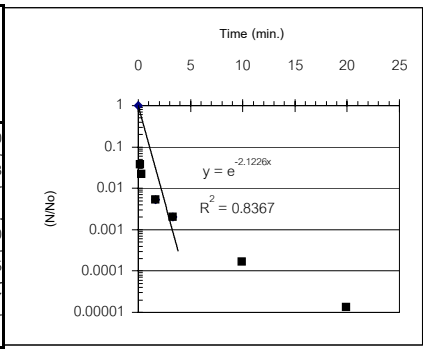
ชุดการทดลองที่ 4 น้ำดิบ+ความขุ่น 5 NTU

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก			จำนวน	ประสิทธิภาพ		Survival
(นาที)	(นาที)	10^n		ที่นับได้ในplateที่			ไวรัส	ในการกำจัดโคลิฟาจ		ratio
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	16	16	17	3.27E+06	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	4	10,000	5	5	6	1.07E+05	96.73%	1.486	0.03265
1	0.33	3	1,000	51	55	45	1.01E+05	96.92%	1.511	0.03082
5	1.66	3	1,000	9	11	11	2.07E+04	99.37%	2.199	0.00633
10	3.32	2	100	37	39	41	7.80E+03	99.76%	2.622	0.00239
30	9.95	1	10	21	23	24	4.53E+02	99.986%	3.858	0.00014
60	19.90	0	1	20	21	21	4.13E+01	99.9987%	4.898	0.00001



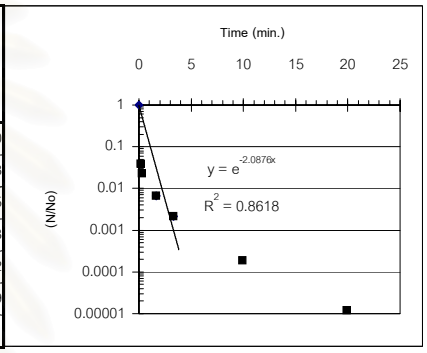
ชุดการทดลองที่ 5 น้ำดิบ+ความขุ่น 5 NTU

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	45	46	48	9.27E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	16	18	19	3.53E+06	96.19%	1.419	0.03813
1	0.33	4	10,000	100	101	105	2.04E+06	97.80%	1.657	0.02201
5	1.66	4	10,000	23	25	27	5.00E+05	99.46%	2.268	0.00540
10	3.32	3	1,000	92	95	98	1.90E+05	99.79%	2.688	0.00205
30	9.95	3	1,000	7	8	8	1.53E+04	99.983%	3.781	0.00017
60	19.90	1	10	58	63	65	1.24E+03	99.9987%	4.874	0.00001



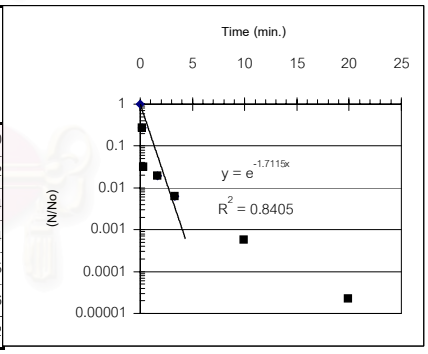
ชุดการทดลองที่ 6 น้ำดิบ+ความขุ่น 5 NTU

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	16	16	17	3.27E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	5	6	8	1.27E+06	96.12%	1.411	0.03878
1	0.33	4	10,000	35	37	39	7.40E+05	97.73%	1.645	0.02265
5	1.66	4	10,000	9	11	13	2.20E+05	99.33%	2.172	0.00673
10	3.32	3	1,000	32	35	37	6.93E+04	99.79%	2.673	0.00212
30	9.95	2	100	29	31	33	6.20E+03	99.981%	3.722	0.00019
60	19.90	1	10	18	20	20	3.87E+02	99.9988%	4.927	0.00001



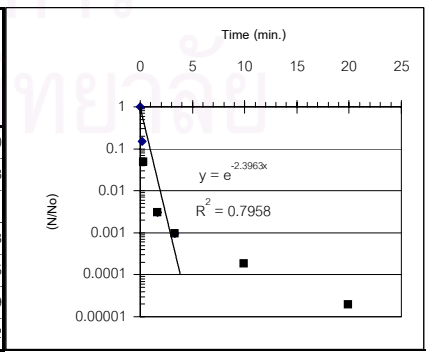
ชุดการทดลองที่ 7 น้ำดิบ+ความขุ่น 10 NTU

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	22	25	25	4.80E+06	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	4	10,000	60	67	69	1.31E+06	72.78%	0.565	0.27222
1	0.33	4	10,000	7	8	8	1.53E+05	96.81%	1.496	0.03194
5	1.66	4	10,000	4	5	5	9.33E+04	98.06%	1.711	0.01944
10	3.32	3	1,000	10	16	19	3.00E+04	99.38%	2.204	0.00625
30	9.95	1	10	130	137	139	2.71E+03	99.944%	3.249	0.00056
60	19.90	1	10	5	5	6	1.07E+02	99.9978%	4.653	0.00002



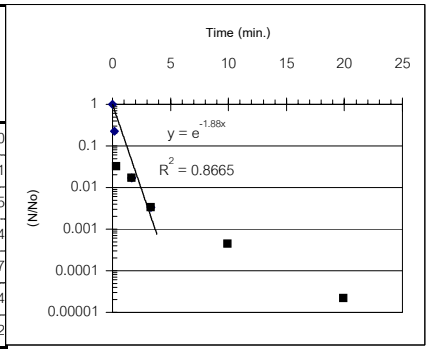
ชุดการทดลองที่ 8 น้ำดิบ+ความขุ่น 10 NTU

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	12	12	15	2.60E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	19	20	20	3.93E+06	84.87%	0.820	0.15128
1	0.33	4	10,000	61	63	64	1.25E+06	95.18%	1.317	0.04821
5	1.66	3	1,000	39	39	40	7.87E+04	99.70%	2.519	0.00303
10	3.32	3	1,000	11	12	14	2.47E+04	99.91%	3.023	0.00095
30	9.95	2	100	24	24	25	4.87E+03	99.981%	3.728	0.00019
60	19.90	1	10	23	25	27	5.00E+02	99.9981%	4.716	0.00002



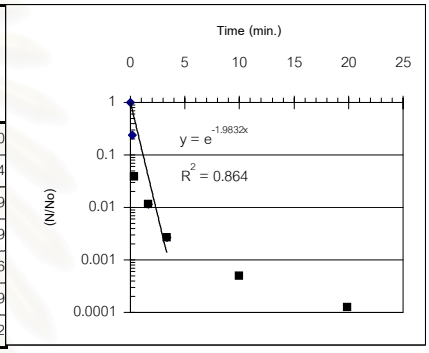
ชุดการทดลองที่ 9 น้ำดิบ+ความขุ่น 10 NTU

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	32	33	33	6.53E+06	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	4	10,000	72	74	75	1.47E+06	77.45%	0.647	0.22551
1	0.33	4	10,000	10	11	11	2.13E+05	96.73%	1.486	0.03265
5	1.66	3	1,000	53	55	57	1.10E+05	98.32%	1.774	0.01684
10	3.32	3	1,000	9	12	12	2.20E+04	99.66%	2.473	0.00337
30	9.95	2	100	13	15	15	2.87E+03	99.956%	3.358	0.00044
60	19.90	1	10	6	7	8	1.40E+02	99.9979%	4.669	0.00002



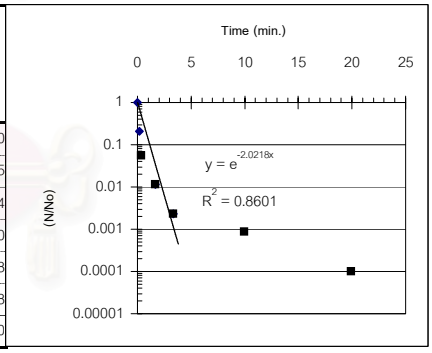
ชุดการทดลองที่ 10 น้ำดิบ+ความขุ่น 20 NTU

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	34	36	38	7.20E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	6	1,000,000	8	9	9	1.73E+07	75.93%	0.618	0.24074
1	0.33	5	100,000	11	14	17	2.80E+06	96.11%	1.410	0.03889
5	1.66	4	10,000	39	41	43	8.20E+05	98.86%	1.944	0.01139
10	3.32	3	1,000	94	95	98	1.91E+05	99.73%	2.576	0.00266
30	9.95	3	1,000	16	18	19	3.53E+04	99.951%	3.309	0.00049
60	19.90	2	100	41	45	48	8.93E+03	99.9876%	3.906	0.00012



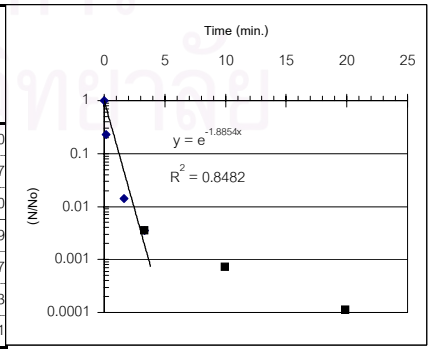
ชุดการทดลองที่ 11 น้ำดิบ+ความขุ่น 20 NTU

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	64	64	65	1.29E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	12	13	15	2.67E+06	79.27%	0.683	0.20725
1	0.33	4	10,000	35	36	36	7.13E+05	94.46%	1.256	0.05544
5	1.66	4	10,000	8	7	7	1.47E+05	98.86%	1.943	0.01140
10	3.32	3	1,000	14	15	15	2.93E+04	99.77%	2.642	0.00228
30	9.95	2	100	54	57	58	1.13E+04	99.912%	3.058	0.00088
60	19.90	2	100	6	6	7	1.27E+03	99.9902%	4.007	0.00010



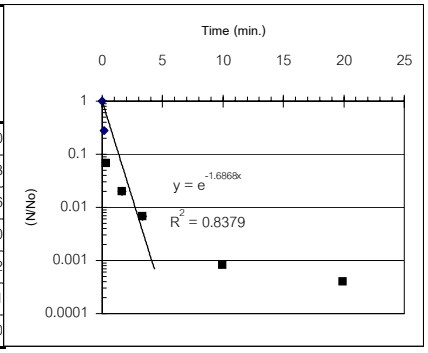
ชุดการทดลองที่ 12 น้ำดิบ+ความขุ่น 20 NTU

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	22	23	25	4.67E+06	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	4	5	7	1.07E+06	77.14%	0.641	0.22857
1	0.33	4	10,000	12	15	15	2.80E+05	94.00%	1.222	0.06000
5	1.66	4	10,000	3	3	4	6.67E+04	98.57%	1.845	0.01429
10	3.32	3	1,000	7	9	9	1.67E+04	99.64%	2.447	0.00357
30	9.95	2	100	15	18	18	3.40E+03	99.927%	3.138	0.00073
60	19.90	1	10	24	26	28	5.20E+02	99.9889%	3.953	0.00011



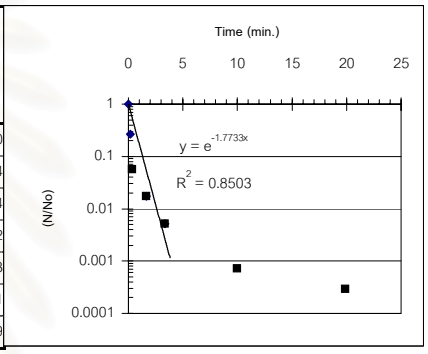
ชุดการทดลองที่ 13 น้ำดิบ+ความขุ่น 30 NTU

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก			จำนวน	ประสิทธิภาพ		Survival
(นาที)	(นาที)	10^n		ที่นับได้ในplateที่			ไวรัส	ในการกำจัดโคลิฟาจ		ratio
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	79	82	84	1.63E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	20	22	27	4.60E+06	71.84%	0.550	0.28163
1	0.33	4	10,000	54	55	57	1.11E+06	93.22%	1.169	0.06776
5	1.66	4	10,000	15	17	17	3.27E+05	98.00%	1.699	0.02000
10	3.32	3	1,000	54	55	58	1.11E+05	99.32%	2.166	0.00682
30	9.95	2	100	64	67	68	1.33E+04	99.919%	3.090	0.00081
60	19.90	2	100	30	33	35	6.53E+03	99.9600%	3.398	0.00040



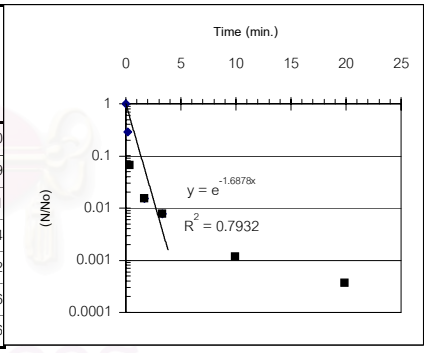
ชุดการทดลองที่ 14 น้ำดิบ+ความขุ่น 30 NTU

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก			จำนวน	ประสิทธิภาพ		Survival
(นาที)	(นาที)	10^n		ที่นับได้ในplateที่			ไวรัส	ในการกำจัดโคลิฟาจ		ratio
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	18	18	20	3.73E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	48	50	53	1.01E+07	73.04%	0.569	0.26964
1	0.33	5	100,000	10	11	11	2.13E+06	94.29%	1.243	0.05714
5	1.66	4	10,000	31	33	33	6.47E+05	98.27%	1.761	0.01732
10	3.32	3	1,000	94	95	98	1.91E+05	99.49%	2.290	0.00513
30	9.95	3	1,000	11	14	15	2.67E+04	99.929%	3.146	0.00071
60	19.90	2	100	52	55	55	1.08E+04	99.9711%	3.539	0.00029



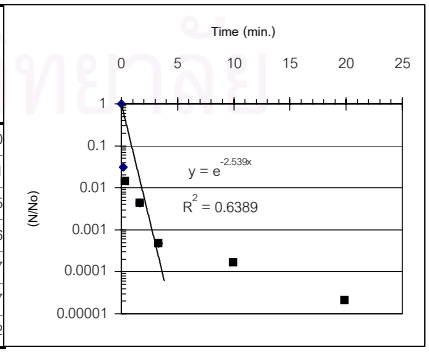
ชุดการทดลองที่ 15 น้ำดิบ+ความขุ่น 30 NTU

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก			จำนวน	ประสิทธิภาพ		Survival
(นาที)	(นาที)	10^n		ที่นับได้ในplateที่			ไวรัส	ในการกำจัดโคลิฟาจ		ratio
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	48	49	52	9.93E+06	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	12	15	16	2.87E+06	71.14%	0.540	0.28859
1	0.33	5	100,000	2	3	5	6.67E+05	93.29%	1.173	0.06711
5	1.66	4	10,000	7	8	8	1.53E+05	98.46%	1.811	0.01544
10	3.32	3	1,000	35	38	42	7.67E+04	99.23%	2.112	0.00772
30	9.95	2	100	56	58	59	1.15E+04	99.884%	2.935	0.00116
60	19.90	2	100	17	18	19	3.60E+03	99.9638%	3.441	0.00036



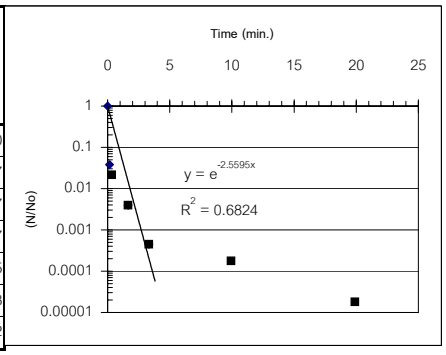
ชุดการทดลองที่ 16 น้ำดิบ+Humic acid 0.5 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก			จำนวน	ประสิทธิภาพ		Survival
(นาที)	(นาที)	10^n		ที่นับได้ในplateที่			ไวรัส	ในการกำจัดโคลิฟาจ		ratio
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	7	10,000,000	1	5	5	7.33E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	9	12	13	2.27E+06	96.91%	1.510	0.03091
1	0.33	5	100,000	4	6	6	1.07E+06	98.55%	1.837	0.01455
5	1.66	4	10,000	14	15	19	3.20E+05	99.56%	2.360	0.00436
10	3.32	3	1,000	16	18	18	3.47E+04	99.95%	3.325	0.00047
30	9.95	2	100	59	60	63	1.21E+04	99.983%	3.781	0.00017
60	19.90	2	100	7	8	8	1.53E+03	99.9979%	4.680	0.00002



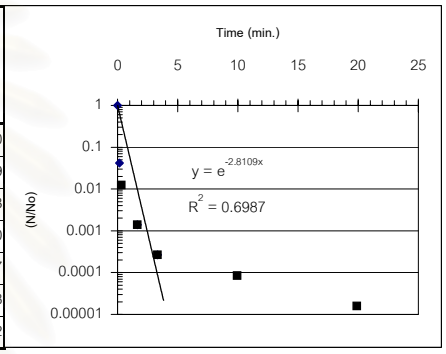
ชุดการทดลองที่ 17 น้ำดิบ+Humic acid 0.5 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก			จำนวน	ประสิทธิภาพ		Survival
(นาที)	(นาที)	10^n		ที่นับได้ในplateที่			ไวรัส	ในการกำจัดโคลิฟาจ		ratio
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	42	44	45	8.73E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	6	1,000,000	1	2	2	3.33E+06	96.18%	1.418	0.03817
1	0.33	5	100,000	7	10	11	1.87E+06	97.86%	1.670	0.02137
5	1.66	4	10,000	17	20	15	3.47E+05	99.60%	2.401	0.00397
10	3.32	2	100	195	197	198	3.93E+04	99.95%	3.346	0.00045
30	9.95	2	100	75	76	82	1.55E+04	99.982%	3.750	0.00018
60	19.90	1	10	76	79	83	1.59E+03	99.9982%	4.741	0.00002



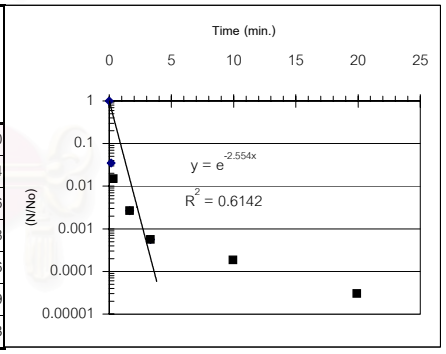
ชุดการทดลองที่ 18 น้ำดิบ+Humic acid 0.5 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก			จำนวน	ประสิทธิภาพ		Survival
(นาที)	(นาที)	10^n		ที่นับได้ในplateที่			ไวรัส	ในการกำจัดโคลิฟาจ		ratio
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	118	123	124	2.43E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	4	10,000	48	51	55	1.03E+06	95.78%	1.375	0.04219
1	0.33	4	10,000	12	15	18	3.00E+05	98.77%	1.909	0.01233
5	1.66	3	1,000	15	16	20	3.40E+04	99.86%	2.855	0.00140
10	3.32	2	100	30	32	35	6.47E+03	99.97%	3.576	0.00027
30	9.95	2	100	9	11	11	2.07E+03	99.992%	4.071	0.00008
60	19.90	1	10	18	19	21	3.87E+02	99.9984%	4.799	0.00002



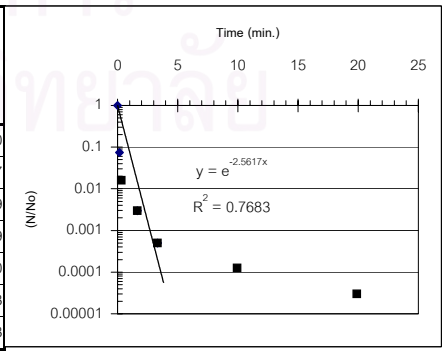
ชุดการทดลองที่ 19 น้ำดิบ+Humic acid 1 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก			จำนวน	ประสิทธิภาพ		Survival
(นาที)	(นาที)	10^n		ที่นับได้ในplateที่			ไวรัส	ในการกำจัดโคลิฟาจ		ratio
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	23	25	26	4.93E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	8	9	9	1.73E+06	96.49%	1.454	0.03514
1	0.33	4	10,000	35	37	38	7.33E+05	98.51%	1.828	0.01486
5	1.66	3	1,000	60	68	70	1.32E+05	99.73%	2.573	0.00268
10	3.32	2	100	135	140	142	2.78E+04	99.94%	3.249	0.00056
30	9.95	2	100	44	45	48	9.13E+03	99.981%	3.733	0.00019
60	19.90	1	10	71	74	77	1.48E+03	99.9970%	4.523	0.00003



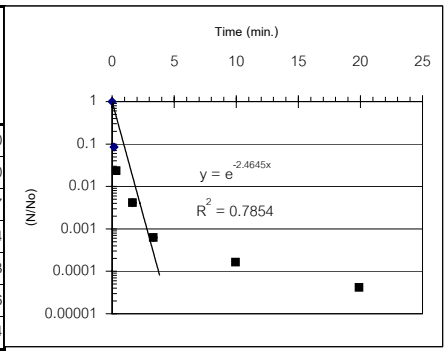
ชุดการทดลองที่ 20 น้ำดิบ+Humic acid 1 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก			จำนวน	ประสิทธิภาพ		Survival
(นาที)	(นาที)	10^n		ที่นับได้ในplateที่			ไวรัส	ในการกำจัดโคลิฟาจ		ratio
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	34	36	37	7.13E+06	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	2	3	3	5.33E+05	92.52%	1.126	0.07477
1	0.33	4	10,000	5	5	7	1.13E+05	98.41%	1.799	0.01589
5	1.66	3	1,000	9	11	12	2.13E+04	99.70%	2.524	0.00299
10	3.32	1	10	175	178	179	3.55E+03	99.95%	3.303	0.00050
30	9.95	1	10	42	45	47	8.93E+02	99.987%	3.902	0.00013
60	19.90	1	10	10	11	11	2.13E+02	99.9970%	4.524	0.00003



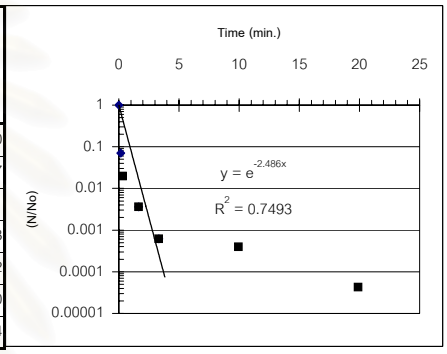
ชุดการทดลองที่ 21 น้ำดิบ+Humic acid 1 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก			จำนวน	ประสิทธิภาพ		Survival
(นาที)	(นาที)	10^n		ที่นับได้ในplateที่			ไวรัส	ในการกำจัดโคลิฟาจ		ratio
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	4	5	5	9.33E+06	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	4	10,000	38	40	41	7.93E+05	91.50%	1.071	0.08500
1	0.33	4	10,000	9	11	13	2.20E+05	97.64%	1.628	0.02357
5	1.66	3	1,000	17	19	22	3.87E+04	99.59%	2.383	0.00414
10	3.32	2	100	27	28	33	5.87E+03	99.94%	3.202	0.00063
30	9.95	2	100	7	8	8	1.53E+03	99.984%	3.784	0.00016
60	19.90	1	10	18	19	21	3.87E+02	99.9959%	4.383	0.00004



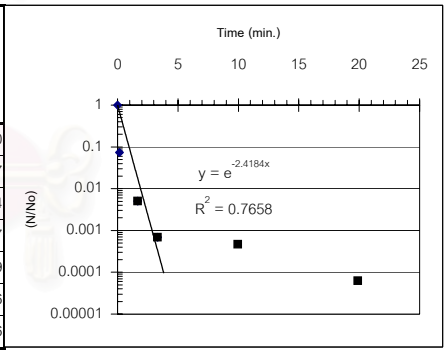
ชุดการทดลองที่ 22 น้ำดิบ+Humic acid 3 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก			จำนวน	ประสิทธิภาพ		Survival
(นาที)	(นาที)	10^n		ที่นับได้ในplateที่			ไวรัส	ในการกำจัดโคลิฟาจ		ratio
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	11	11	13	2.33E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	4	10,000	81	83	83	1.65E+06	92.94%	1.151	0.07057
1	0.33	4	10,000	18	25	26	4.60E+05	98.03%	1.705	0.01971
5	1.66	3	1,000	40	42	45	8.47E+04	99.64%	2.440	0.00363
10	3.32	2	100	70	72	75	1.45E+04	99.94%	3.208	0.00062
30	9.95	2	100	45	46	48	9.27E+03	99.960%	3.401	0.00040
60	19.90	2	100	5	5	5	1.00E+03	99.9957%	4.368	0.00004



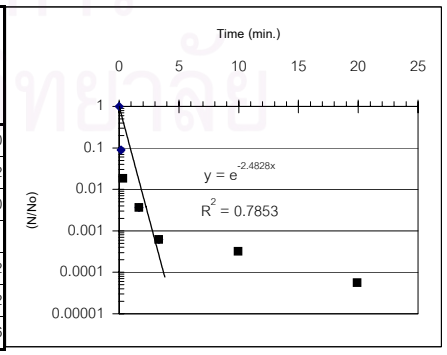
ชุดการทดลองที่ 23 น้ำดิบ+Humic acid 3 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก			จำนวน	ประสิทธิภาพ		Survival
(นาที)	(นาที)	10^n		ที่นับได้ในplateที่			ไวรัส	ในการกำจัดโคลิฟาจ		ratio
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	44	47	49	9.33E+06	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	4	10,000	31	35	37	6.87E+05	92.64%	1.133	0.07357
1	0.33	3	1,000	80	83	84	1.65E+05	98.24%	1.753	0.01764
5	1.66	3	1,000	22	24	25	4.73E+04	99.49%	2.295	0.00507
10	3.32	2	100	30	33	34	6.47E+03	99.93%	3.159	0.00069
30	9.95	2	100	20	22	23	4.33E+03	99.954%	3.333	0.00046
60	19.90	1	10	28	29	31	5.87E+02	99.9937%	4.202	0.00006



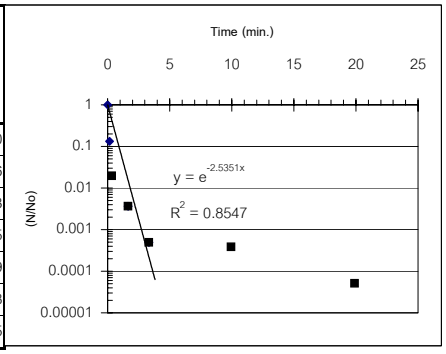
ชุดการทดลองที่ 24 น้ำดิบ+Humic acid 3 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก			จำนวน	ประสิทธิภาพ		Survival
(นาที)	(นาที)	10^n		ที่นับได้ในplateที่			ไวรัส	ในการกำจัดโคลิฟาจ		ratio
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	37	40	42	7.93E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	34	36	37	7.13E+06	91.01%	1.046	0.08992
1	0.33	4	10,000	71	73	75	1.46E+06	98.16%	1.735	0.01840
5	1.66	4	10,000	13	14	16	2.87E+05	99.64%	2.442	0.00361
10	3.32	3	1,000	22	24	28	4.93E+04	99.94%	3.206	0.00062
30	9.95	2	100	124	126	129	2.53E+04	99.968%	3.497	0.00032
60	19.90	2	100	20	22	25	4.47E+03	99.9944%	4.249	0.00006



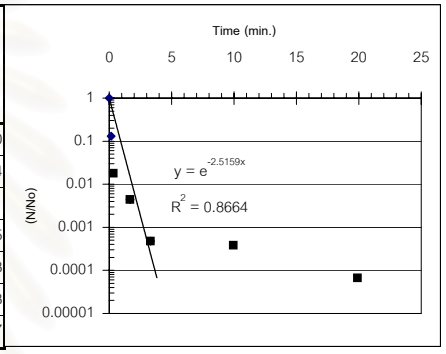
ชุดการทดลองที่ 25 น้ำดิบ+Humic acid 5 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก			จำนวน	ประสิทธิภาพ		Survival
(นาที)	(นาที)	10^n		ที่นับได้ในplateที่			ไวรัส	ในการกำจัดโคลิฟาจ		ratio
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	10	15	18	2.87E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	18	19	20	3.80E+06	86.74%	0.878	0.13256
1	0.33	4	10,000	26	28	30	5.60E+05	98.05%	1.709	0.01953
5	1.66	3	1,000	51	53	53	1.05E+05	99.63%	2.438	0.00365
10	3.32	3	1,000	6	6	9	1.40E+04	99.95%	3.311	0.00049
30	9.95	2	100	54	55	55	1.09E+04	99.962%	3.419	0.00038
60	19.90	2	100	6	7	9	1.47E+03	99.9949%	4.291	0.00005



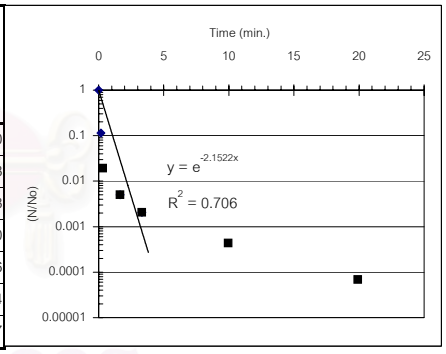
ชุดการทดลองที่ 26 น้ำดิบ+Humic acid 5 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก			จำนวน	ประสิทธิภาพ		Survival
(นาที)	(นาที)	10^n		ที่นับได้ในplateที่			ไวรัส	ในการกำจัดโคลิฟาจ		ratio
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	47	49	50	9.73E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	6	1,000,000	3	7	9	1.27E+07	86.99%	0.886	0.13014
1	0.33	4	10,000	85	88	90	1.75E+06	98.20%	1.744	0.01801
5	1.66	4	10,000	17	23	25	4.33E+05	99.55%	2.351	0.00445
10	3.32	4	10,000	2	2	3	4.67E+04	99.95%	3.319	0.00048
30	9.95	3	1,000	17	19	20	3.73E+04	99.962%	3.416	0.00038
60	19.90	2	100	31	33	34	6.53E+03	99.9933%	4.173	0.00007



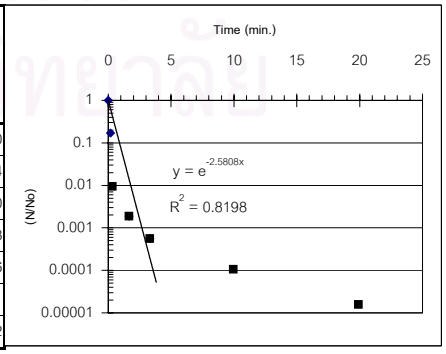
ชุดการทดลองที่ 27 น้ำดิบ+Humic acid 5 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก			จำนวน	ประสิทธิภาพ		Survival
(นาที)	(นาที)	10^n		ที่นับได้ในplateที่			ไวรัส	ในการกำจัดโคลิฟาจ		ratio
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	4	5	7	1.07E+06	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	3	1,000	57	61	65	1.22E+05	88.56%	0.942	0.11438
1	0.33	3	1,000	10	10	11	2.07E+04	98.06%	1.713	0.01938
5	1.66	3	1,000	2	3	3	5.33E+03	99.50%	2.301	0.00500
10	3.32	2	100	9	11	13	2.20E+03	99.79%	2.686	0.00206
30	9.95	1	10	19	24	27	4.67E+02	99.956%	3.359	0.00044
60	19.90	1	10	3	4	4	7.33E+01	99.9931%	4.163	0.00007



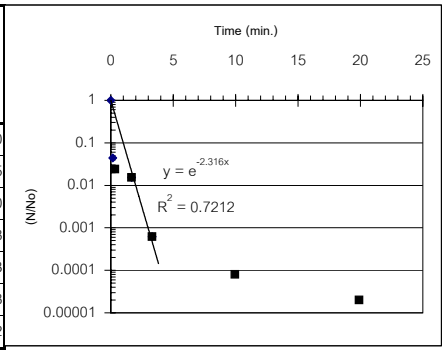
ชุดการทดลองที่ 28 น้ำดิบ+Tanic acid 0.5 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก			จำนวน	ประสิทธิภาพ		Survival
(นาที)	(นาที)	10^n		ที่นับได้ในplateที่			ไวรัส	ในการกำจัดโคลิฟาจ		ratio
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	75	78	81	1.56E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	11	14	15	2.67E+06	82.91%	0.767	0.17094
1	0.33	4	10,000	6	10	6	1.47E+05	99.06%	2.027	0.00940
5	1.66	3	1,000	12	15	17	2.93E+04	99.81%	2.726	0.00188
10	3.32	2	100	43	43	44	8.67E+03	99.94%	3.255	0.00056
30	9.95	1	10	80	82	85	1.65E+03	99.989%	3.977	0.00011
60	19.90	1	10	10	12	15	2.47E+02	99.9984%	4.801	0.00002



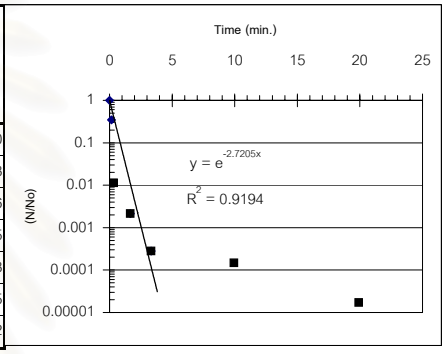
ชุดการทดลองที่ 29 น้ำดิบ+Tanic acid 0.5 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก			จำนวน	ประสิทธิภาพ		Survival
(นาที)	(นาที)	10^n		ที่นับได้ในplateที่			ไวรัส	ในการกำจัดโคลิฟาจ		ratio
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	25	27	28	5.33E+06	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	4	10,000	8	12	15	2.33E+05	95.63%	1.359	0.04375
1	0.33	3	1,000	62	63	67	1.28E+05	97.60%	1.620	0.02400
5	1.66	3	1,000	37	41	45	8.20E+04	98.46%	1.813	0.01538
10	3.32	2	100	14	16	20	3.33E+03	99.94%	3.204	0.00063
30	9.95	1	10	18	21	25	4.27E+02	99.992%	4.097	0.00008
60	19.90	1	10	4	5	7	1.07E+02	99.9980%	4.699	0.00002



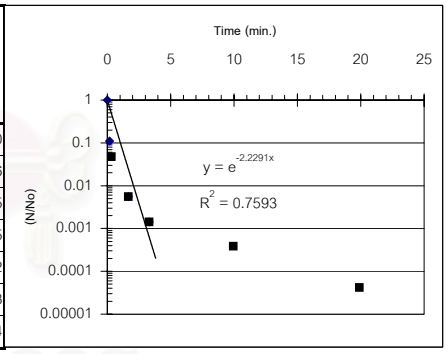
ชุดการทดลองที่ 30 น้ำดิบ+Tanic acid 0.5 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก			จำนวน	ประสิทธิภาพ		Survival
(นาที)	(นาที)	10^n		ที่นับได้ในplateที่			ไวรัส	ในการกำจัดโคลิฟาจ		ratio
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	15	15	17	3.13E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	51	53	58	1.08E+07	65.53%	0.463	0.34468
1	0.33	3	1,000	174	176	179	3.53E+05	98.87%	1.949	0.01126
5	1.66	3	1,000	32	34	35	6.73E+04	99.79%	2.668	0.00215
10	3.32	2	100	40	45	47	8.80E+03	99.97%	3.552	0.00028
30	9.95	2	100	20	23	26	4.60E+03	99.985%	3.833	0.00015
60	19.90	1	10	25	27	29	5.40E+02	99.9983%	4.764	0.00002



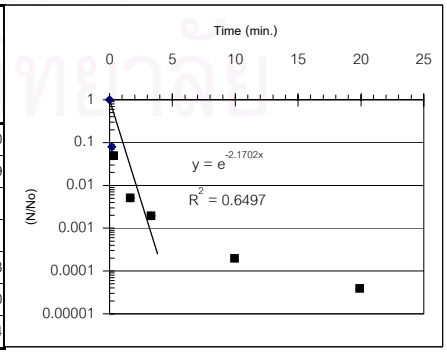
ชุดการทดลองที่ 31 น้ำดิบ+Tanic acid 1 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก			จำนวน	ประสิทธิภาพ		Survival
(นาที)	(นาที)	10^n		ที่นับได้ในplateที่			ไวรัส	ในการกำจัดโคลิฟาจ		ratio
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	20	26	27	4.87E+06	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	4	10,000	25	28	28	5.40E+05	88.90%	0.955	0.11096
1	0.33	4	10,000	11	12	12	2.33E+05	95.21%	1.319	0.04795
5	1.66	2	100	132	135	138	2.70E+04	99.45%	2.256	0.00555
10	3.32	2	100	31	35	38	6.93E+03	99.86%	2.846	0.00142
30	9.95	2	100	8	10	10	1.87E+03	99.962%	3.416	0.00038
60	19.90	0	1	95	102	105	2.01E+02	99.9959%	4.383	0.00004



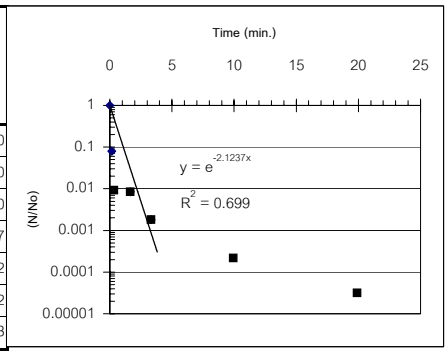
ชุดการทดลองที่ 32 น้ำดิบ+Tanic acid 1 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก			จำนวน	ประสิทธิภาพ		Survival
(นาที)	(นาที)	10^n		ที่นับได้ในplateที่			ไวรัส	ในการกำจัดโคลิฟาจ		ratio
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	43	45	49	9.13E+06	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	3	4	4	7.33E+05	91.97%	1.095	0.08029
1	0.33	4	10,000	21	22	24	4.47E+05	95.11%	1.311	0.04891
5	1.66	3	1,000	21	22	27	4.67E+04	99.49%	2.292	0.00511
10	3.32	2	100	84	89	91	1.76E+04	99.81%	2.715	0.00193
30	9.95	2	100	7	9	11	1.80E+03	99.980%	3.705	0.00020
60	19.90	1	10	16	18	19	3.53E+02	99.9961%	4.412	0.00004



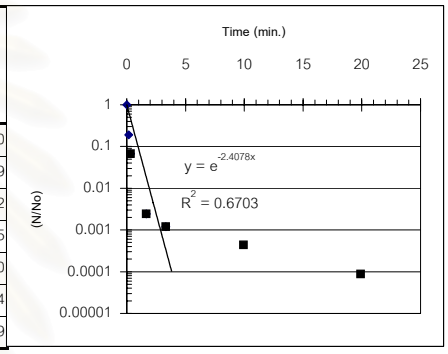
ชุดการทดลองที่ 33 น้ำดิบ+Tanic acid 1 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	4	10,000	134	138	141	2.75E+06	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	4	10,000	10	11	12	2.20E+05	92.01%	1.097	0.07990
1	0.33	3	1,000	11	12	15	2.53E+04	99.08%	2.036	0.00920
5	1.66	3	1,000	9	11	15	2.33E+04	99.15%	2.072	0.00847
10	3.32	2	100	24	25	26	5.00E+03	99.82%	2.741	0.00182
30	9.95	1	10	29	30	30	5.93E+02	99.978%	3.667	0.00022
60	19.90	1	10	4	4	5	8.67E+01	99.9969%	4.502	0.00003



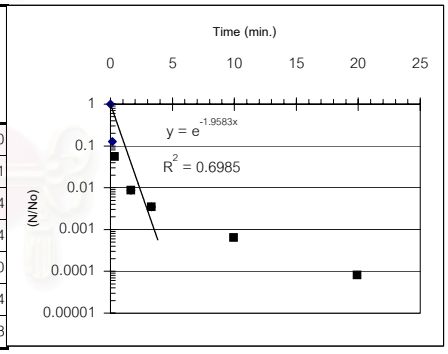
ชุดการทดลองที่ 34 น้ำดิบ+Tanic acid 3 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	29	30	35	6.27E+06	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	5	5	8	1.20E+06	80.85%	0.718	0.19149
1	0.33	4	10,000	19	21	23	4.20E+05	93.30%	1.174	0.06702
5	1.66	3	1,000	7	7	9	1.53E+04	99.76%	2.611	0.00245
10	3.32	2	100	36	38	39	7.53E+03	99.88%	2.920	0.00120
30	9.95	1	10	134	137	139	2.73E+03	99.956%	3.360	0.00044
60	19.90	1	10	25	28	29	5.47E+02	99.9913%	4.059	0.00009



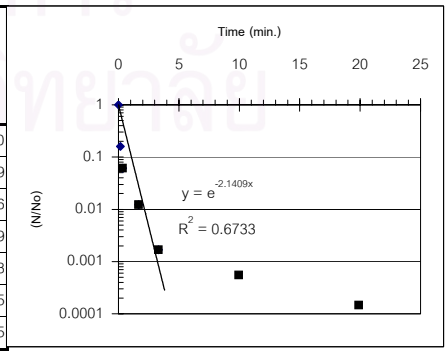
ชุดการทดลองที่ 35 น้ำดิบ+Tanic acid 3 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	32	35	36	6.87E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	6	1,000,000	4	4	5	8.67E+06	87.38%	0.899	0.12621
1	0.33	5	100,000	17	19	21	3.80E+06	94.47%	1.257	0.05534
5	1.66	4	10,000	29	30	30	5.93E+05	99.14%	2.063	0.00864
10	3.32	4	10,000	9	12	15	2.40E+05	99.65%	2.457	0.00350
30	9.95	3	1,000	18	23	25	4.40E+04	99.936%	3.193	0.00064
60	19.90	2	100	25	28	31	5.60E+03	99.9918%	4.089	0.00008



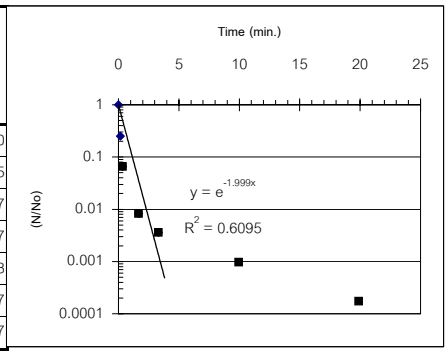
ชุดการทดลองที่ 36 น้ำดิบ+Tanic acid 3 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	46	49	51	9.73E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	75	78	80	1.55E+07	84.04%	0.797	0.15959
1	0.33	5	100,000	27	29	33	5.93E+06	93.90%	1.215	0.06096
5	1.66	4	10,000	58	59	61	1.19E+06	98.78%	1.914	0.01219
10	3.32	3	1,000	78	82	85	1.63E+05	99.83%	2.775	0.00168
30	9.95	3	1,000	24	28	29	5.40E+04	99.945%	3.256	0.00055
60	19.90	2	100	70	72	73	1.43E+04	99.9853%	3.832	0.00015



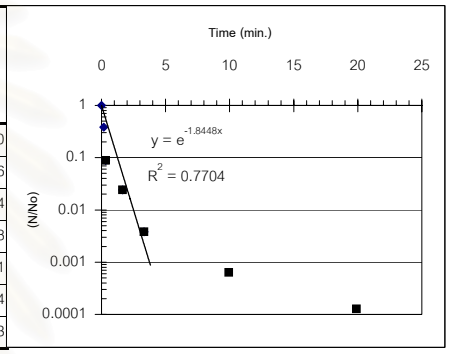
ชุดการทดลองที่ 37 น้ำดิบ+Tanic acid 5 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก			จำนวน	ประสิทธิภาพ		Survival
(นาที)	(นาที)	10^n		ที่นับได้ในplateที่			ไวรัส	ในการกำจัดโคลิฟาจ		ratio
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	143	150	151	2.96E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	35	38	39	7.47E+06	74.77%	0.598	0.25225
1	0.33	4	10,000	95	98	99	1.95E+06	93.42%	1.182	0.06577
5	1.66	3	1,000	120	122	125	2.45E+05	99.17%	2.083	0.00827
10	3.32	3	1,000	55	51	53	1.06E+05	99.64%	2.446	0.00358
30	9.95	3	1,000	13	15	15	2.87E+04	99.903%	3.014	0.00097
60	19.90	2	100	24	25	28	5.13E+03	99.9827%	3.761	0.00017



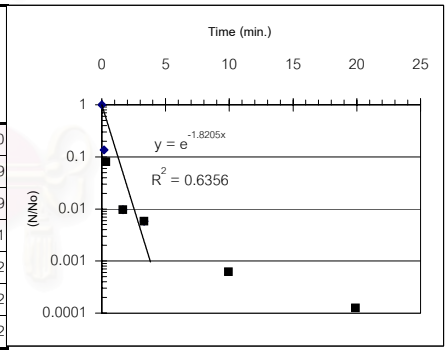
ชุดการทดลองที่ 38 น้ำดิบ+Tanic acid 5 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก			จำนวน	ประสิทธิภาพ		Survival
(นาที)	(นาที)	10^n		ที่นับได้ในplateที่			ไวรัส	ในการกำจัดโคลิฟาจ		ratio
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	37	39	42	7.87E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	6	1,000,000	12	15	18	3.00E+07	61.86%	0.419	0.38136
1	0.33	5	100,000	34	35	35	6.93E+06	91.19%	1.055	0.08814
5	1.66	4	10,000	92	95	96	1.89E+06	97.60%	1.620	0.02398
10	3.32	4	10,000	18	11	16	3.00E+05	99.62%	2.419	0.00381
30	9.95	3	1,000	28	22	25	5.00E+04	99.936%	3.197	0.00064
60	19.90	2	100	49	50	52	1.01E+04	99.9872%	3.893	0.00013



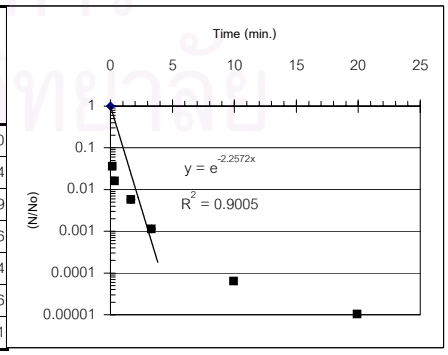
ชุดการทดลองที่ 39 น้ำดิบ+Tanic acid 5 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก			จำนวน	ประสิทธิภาพ		Survival
(นาที)	(นาที)	10^n		ที่นับได้ในplateที่			ไวรัส	ในการกำจัดโคลิฟาจ		ratio
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	4	5	8	1.13E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	7	7	9	1.53E+06	86.47%	0.869	0.13529
1	0.33	4	10,000	44	45	48	9.13E+05	91.94%	1.094	0.08059
5	1.66	3	1,000	53	55	57	1.10E+05	99.03%	2.013	0.00971
10	3.32	3	1,000	31	34	34	6.60E+04	99.42%	2.235	0.00582
30	9.95	2	100	34	35	37	7.07E+03	99.938%	3.205	0.00062
60	19.90	1	10	70	71	71	1.41E+03	99.9875%	3.904	0.00012



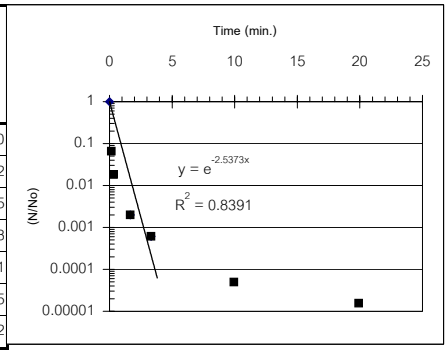
ชุดการทดลองที่ 40 น้ำดิบ+Lignin 0.5 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก			จำนวน	ประสิทธิภาพ		Survival
(นาที)	(นาที)	10^n		ที่นับได้ในplateที่			ไวรัส	ในการกำจัดโคลิฟาจ		ratio
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	37	39	42	7.87E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	18	11	14	2.87E+06	96.36%	1.438	0.03644
1	0.33	4	10,000	61	62	68	1.27E+06	98.38%	1.791	0.01619
5	1.66	4	10,000	20	23	25	4.53E+05	99.42%	2.239	0.00576
10	3.32	3	1,000	42	44	48	8.93E+04	99.89%	2.945	0.00114
30	9.95	2	100	28	22	25	5.00E+03	99.994%	4.197	0.00006
60	19.90	1	10	38	41	43	8.13E+02	99.9990%	4.986	0.00001



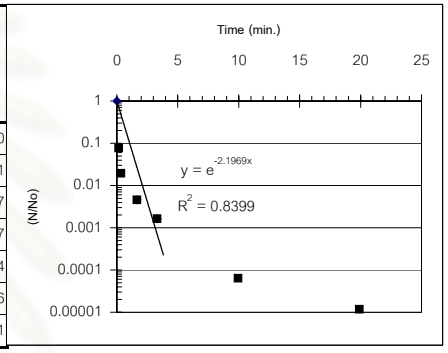
ชุดการทดลองที่ 41 น้ำดิบ+Lignin 0.5 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที) T_{run}	(นาที) T_{exp}	10^n n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	12	14	15	2.73E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	4	10,000	84	90	93	1.78E+06	93.49%	1.186	0.06512
1	0.33	4	10,000	23	24	27	4.93E+05	98.20%	1.744	0.01805
5	1.66	3	1,000	25	27	29	5.40E+04	99.80%	2.704	0.00198
10	3.32	2	100	81	83	85	1.66E+04	99.94%	3.217	0.00061
30	9.95	1	10	64	68	72	1.36E+03	99.995%	4.303	0.00005
60	19.90	1	10	20	21	23	4.27E+02	99.9984%	4.807	0.00002



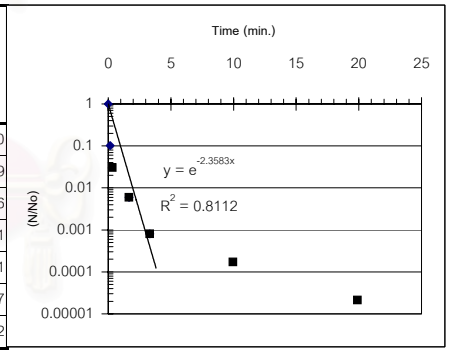
ชุดการทดลองที่ 42 น้ำดิบ+Lignin 0.5 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที) T_{run}	(นาที) T_{exp}	10^n n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	185	187	190	3.75E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	13	14	16	2.87E+06	92.35%	1.116	0.07651
1	0.33	5	100,000	2	4	5	7.33E+05	98.04%	1.708	0.01957
5	1.66	3	1,000	83	86	88	1.71E+05	99.54%	2.340	0.00457
10	3.32	3	1,000	27	31	34	6.13E+04	99.84%	2.786	0.00164
30	9.95	2	100	10	11	15	2.40E+03	99.994%	4.193	0.00006
60	19.90	1	10	20	22	24	4.40E+02	99.9988%	4.930	0.00001



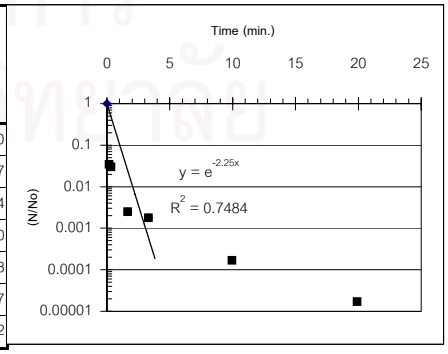
ชุดการทดลองที่ 43 น้ำดิบ+Lignin 1 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที) T_{run}	(นาที) T_{exp}	10^n n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	42	46	49	9.13E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	6	1,000,000	4	5	5	9.33E+06	89.78%	0.991	0.10219
1	0.33	5	100,000	12	15	15	2.80E+06	96.93%	1.513	0.03066
5	1.66	4	10,000	25	27	29	5.40E+05	99.41%	2.228	0.00591
10	3.32	3	1,000	35	37	39	7.40E+04	99.92%	3.091	0.00081
30	9.95	2	100	76	79	80	1.57E+04	99.983%	3.766	0.00017
60	19.90	2	100	9	10	10	1.93E+03	99.9979%	4.674	0.00002



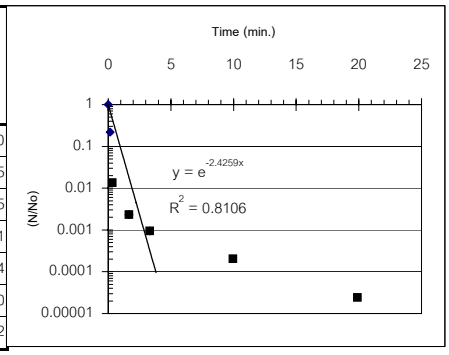
ชุดการทดลองที่ 44 น้ำดิบ+Lignin 1 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที) T_{run}	(นาที) T_{exp}	10^n n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	24	26	26	5.07E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	4	10,000	84	88	90	1.75E+06	96.55%	1.463	0.03447
1	0.33	4	10,000	73	76	77	1.51E+06	97.03%	1.527	0.02974
5	1.66	4	10,000	7	9	3	1.27E+05	99.75%	2.602	0.00250
10	3.32	3	1,000	42	45	48	9.00E+04	99.82%	2.750	0.00178
30	9.95	2	100	39	43	45	8.47E+03	99.983%	3.777	0.00017
60	19.90	2	100	4	4	5	8.67E+02	99.9983%	4.767	0.00002



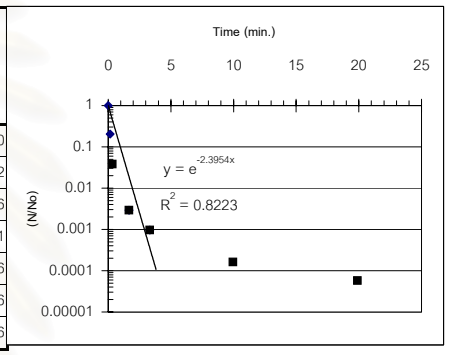
ชุดการทดลองที่ 45 น้ำดิบ+Lignin 1 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที) T_{run}	(นาที) T_{exp}	10^n n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	34	35	35	6.93E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	6	1,000,000	7	8	8	1.53E+07	77.88%	0.655	0.22115
1	0.33	4	10,000	45	48	49	9.47E+05	98.63%	1.865	0.01365
5	1.66	4	10,000	5	8	11	1.60E+05	99.77%	2.637	0.00231
10	3.32	3	1,000	29	34	35	6.53E+04	99.91%	3.026	0.00094
30	9.95	2	100	68	72	73	1.42E+04	99.980%	3.689	0.00020
60	19.90	2	100	7	8	10	1.67E+03	99.9976%	4.619	0.00002



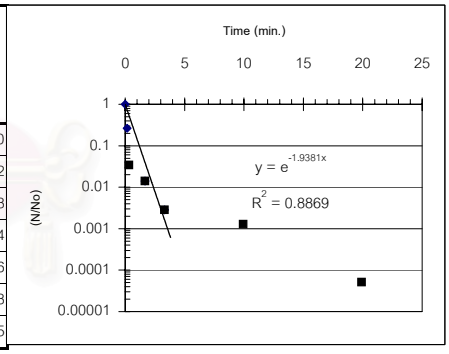
ชุดการทดลองที่ 46 น้ำดิบ+Lignin 3.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที) T_{run}	(นาที) T_{exp}	10^n n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	37	39	41	7.80E+06	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	4	10,000	77	79	82	1.59E+06	79.66%	0.692	0.20342
1	0.33	4	10,000	13	15	17	3.00E+05	96.15%	1.415	0.03846
5	1.66	3	1,000	10	11	13	2.27E+04	99.71%	2.537	0.00291
10	3.32	2	100	36	38	38	7.47E+03	99.90%	3.019	0.00096
30	9.95	2	100	5	6	8	1.27E+03	99.984%	3.789	0.00016
60	19.90	1	10	21	22	24	4.47E+02	99.9943%	4.242	0.00006



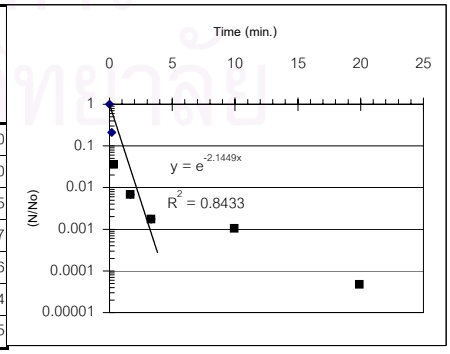
ชุดการทดลองที่ 47 น้ำดิบ+Lignin 3.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที) T_{run}	(นาที) T_{exp}	10^n n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	4	10,000	94	97	99	1.93E+06	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	4	10,000	24	26	27	5.13E+05	73.45%	0.576	0.26552
1	0.33	4	10,000	3	3	4	6.67E+04	96.55%	1.462	0.03448
5	1.66	3	1,000	12	14	15	2.73E+04	98.59%	1.850	0.01414
10	3.32	2	100	26	28	29	5.53E+03	99.71%	2.543	0.00286
30	9.95	2	100	9	12	16	2.47E+03	99.872%	2.894	0.00128
60	19.90	1	10	3	5	7	1.00E+02	99.9948%	4.286	0.00005



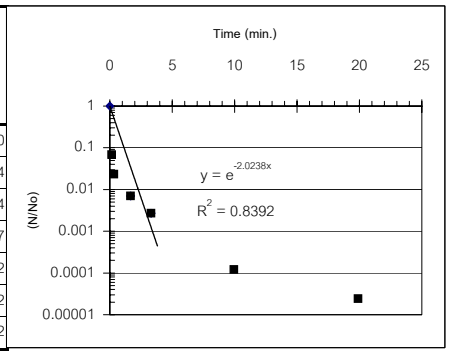
ชุดการทดลองที่ 48 น้ำดิบ+Lignin 3.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที) T_{run}	(นาที) T_{exp}	10^n n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	75	78	80	1.55E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	15	16	18	3.27E+06	78.97%	0.677	0.21030
1	0.33	4	10,000	25	29	30	5.60E+05	96.39%	1.443	0.03605
5	1.66	4	10,000	5	5	6	1.07E+05	99.31%	2.163	0.00687
10	3.32	3	1,000	11	14	16	2.73E+04	99.82%	2.755	0.00176
30	9.95	2	100	78	81	83	1.61E+04	99.896%	2.984	0.00104
60	19.90	2	100	3	4	4	7.33E+02	99.9953%	4.326	0.00005



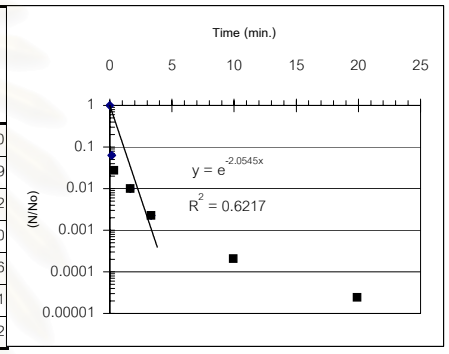
ชุดการทดลองที่ 49 น้ำดิบ+ความขุ่น 5.0 NTU + Humic acid 0.5 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก ที่นับได้ในplateที่			จำนวน ไวรัส	ประสิทธิภาพ ในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	4	10,000	189	190	195	3.83E+06	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	4	10,000	10	14	15	2.60E+05	93.21%	1.168	0.06794
1	0.33	3	1,000	40	45	49	8.93E+04	97.67%	1.632	0.02334
5	1.66	2	100	133	130	137	2.67E+04	99.30%	2.157	0.00697
10	3.32	2	100	50	51	55	1.04E+04	99.73%	2.566	0.00272
30	9.95	1	10	20	25	24	4.60E+02	99.988%	3.920	0.00012
60	19.90	1	10	4	5	5	9.33E+01	99.9976%	4.613	0.00002



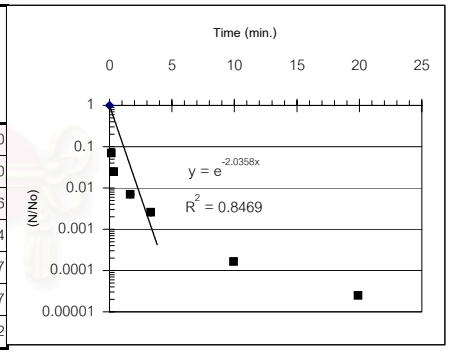
ชุดการทดลองที่ 50 น้ำดิบ+ความขุ่น 5.0 NTU + Humic acid 0.5 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก ที่นับได้ในplateที่			จำนวน ไวรัส	ประสิทธิภาพ ในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	48	49	52	9.93E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	28	32	34	6.27E+06	93.69%	1.200	0.06309
1	0.33	5	100,000	11	14	16	2.73E+06	97.25%	1.560	0.02752
5	1.66	4	10,000	47	49	53	9.93E+05	99.00%	2.000	0.01000
10	3.32	3	1,000	107	111	118	2.24E+05	99.77%	2.647	0.00226
30	9.95	2	100	100	106	101	2.05E+04	99.979%	3.686	0.00021
60	19.90	2	100	9	13	14	2.40E+03	99.9976%	4.617	0.00002



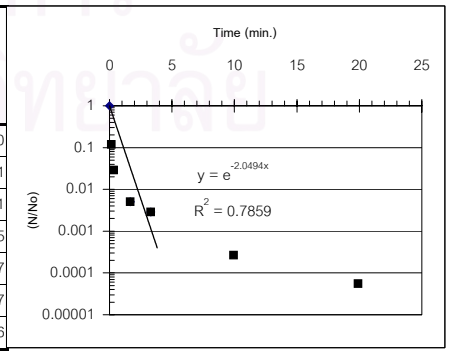
ชุดการทดลองที่ 51 น้ำดิบ+ความขุ่น 5.0 NTU + Humic acid 0.5 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก ที่นับได้ในplateที่			จำนวน ไวรัส	ประสิทธิภาพ ในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	64	69	73	1.37E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	4	10,000	46	48	50	9.60E+05	93.01%	1.156	0.06990
1	0.33	4	10,000	14	18	19	3.40E+05	97.52%	1.606	0.02476
5	1.66	3	1,000	45	49	51	9.67E+04	99.30%	2.152	0.00704
10	3.32	3	1,000	14	19	20	3.53E+04	99.74%	2.590	0.00257
30	9.95	2	100	10	12	12	2.27E+03	99.983%	3.782	0.00017
60	19.90	1	10	15	17	19	3.40E+02	99.9975%	4.606	0.00002



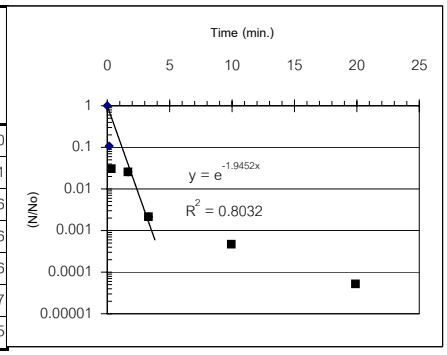
ชุดการทดลองที่ 52 น้ำดิบ+ความขุ่น 5.0 NTU + Humic acid 1.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก ที่นับได้ในplateที่			จำนวน ไวรัส	ประสิทธิภาพ ในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	31	33	37	6.73E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	6	1,000,000	5	3	4	8.00E+06	88.12%	0.925	0.11881
1	0.33	5	100,000	9	10	10	1.93E+06	97.13%	1.542	0.02871
5	1.66	4	10,000	15	18	18	3.40E+05	99.50%	2.297	0.00505
10	3.32	3	1,000	93	98	99	1.93E+05	99.71%	2.542	0.00287
30	9.95	3	1,000	8	9	10	1.80E+04	99.973%	3.573	0.00027
60	19.90	1	10	183	187	190	3.73E+03	99.9945%	4.256	0.00006



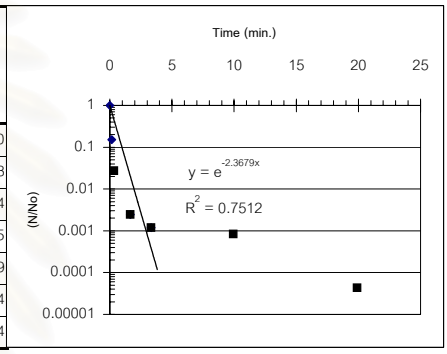
ชุดการทดลองที่ 53 น้ำดิบ+ความขุ่น 5.0 NTU + Humic acid 1.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก			จำนวน	ประสิทธิภาพ		Survival
(นาที)	(นาที)	10^n		ที่นับได้ในplateที่			ไวรัส	ในการกำจัดโคลิฟาจ		ratio
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	137	139	141	2.78E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	14	15	16	3.00E+06	89.21%	0.967	0.10791
1	0.33	4	10,000	40	42	45	8.47E+05	96.95%	1.516	0.03046
5	1.66	4	10,000	34	35	38	7.13E+05	97.43%	1.591	0.02566
10	3.32	3	1,000	29	30	31	6.00E+04	99.78%	2.666	0.00216
30	9.95	2	100	66	63	65	1.29E+04	99.953%	3.332	0.00047
60	19.90	1	10	71	73	73	1.45E+03	99.9948%	4.284	0.00005



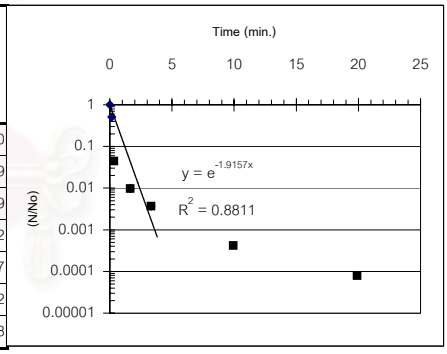
ชุดการทดลองที่ 54 น้ำดิบ+ความขุ่น 5.0 NTU + Humic acid 1.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก			จำนวน	ประสิทธิภาพ		Survival
(นาที)	(นาที)	10^n		ที่นับได้ในplateที่			ไวรัส	ในการกำจัดโคลิฟาจ		ratio
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	44	46	49	9.27E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	6	1,000,000	5	7	9	1.40E+07	84.89%	0.821	0.15108
1	0.33	5	100,000	12	13	13	2.53E+06	97.27%	1.563	0.02734
5	1.66	4	10,000	9	11	14	2.27E+05	99.76%	2.612	0.00245
10	3.32	3	1,000	51	56	58	1.10E+05	99.88%	2.926	0.00119
30	9.95	3	1,000	39	38	40	7.80E+04	99.916%	3.075	0.00084
60	19.90	3	1,000	2	2	2	4.00E+03	99.9957%	4.365	0.00004



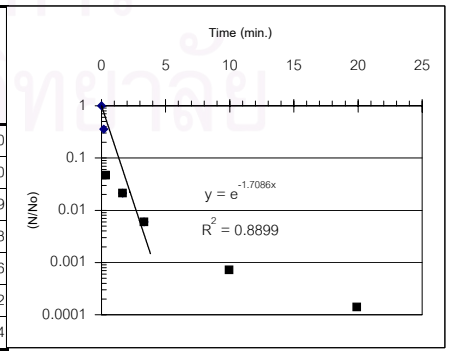
ชุดการทดลองที่ 55 น้ำดิบ+ความขุ่น 5.0 NTU + Humic acid 3.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก			จำนวน	ประสิทธิภาพ		Survival
(นาที)	(นาที)	10^n		ที่นับได้ในplateที่			ไวรัส	ในการกำจัดโคลิฟาจ		ratio
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	198	199	200	3.98E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	99	101	105	2.03E+07	48.91%	0.292	0.51089
1	0.33	4	10,000	87	88	90	1.77E+06	95.56%	1.353	0.04439
5	1.66	3	1,000	186	195	199	3.87E+05	99.03%	2.013	0.00972
10	3.32	3	1,000	75	73	71	1.46E+05	99.63%	2.436	0.00367
30	9.95	2	100	81	83	84	1.65E+04	99.958%	3.382	0.00042
60	19.90	2	100	15	16	16	3.13E+03	99.9921%	4.104	0.00008



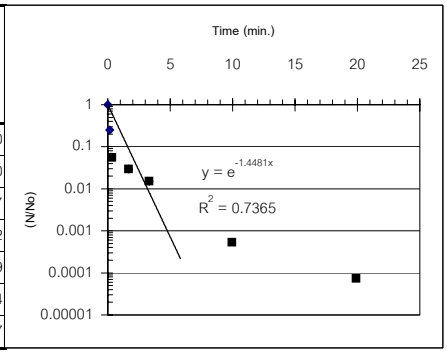
ชุดการทดลองที่ 56 น้ำดิบ+ความขุ่น 5.0 NTU + Humic acid 3.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก			จำนวน	ประสิทธิภาพ		Survival
(นาที)	(นาที)	10^n		ที่นับได้ในplateที่			ไวรัส	ในการกำจัดโคลิฟาจ		ratio
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	34	36	39	7.27E+06	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	12	12	15	2.60E+06	64.22%	0.446	0.35780
1	0.33	4	10,000	15	17	19	3.40E+05	95.32%	1.330	0.04679
5	1.66	3	1,000	75	78	79	1.55E+05	97.87%	1.672	0.02128
10	3.32	3	1,000	20	22	23	4.33E+04	99.40%	2.225	0.00596
30	9.95	2	100	28	29	22	5.27E+03	99.928%	3.140	0.00072
60	19.90	1	10	49	52	52	1.02E+03	99.9860%	3.853	0.00014



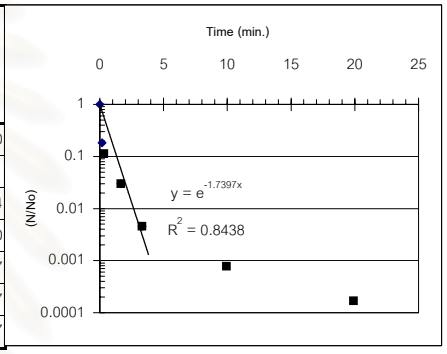
ชุดการทดลองที่ 57 น้ำดิบ+ความขุ่น 5.0 NTU + Humic acid 3.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	14	19	19	3.47E+06	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	4	4	5	8.67E+05	75.00%	0.602	0.25000
1	0.33	4	10,000	9	10	10	1.93E+05	94.42%	1.254	0.05577
5	1.66	3	1,000	50	52	52	1.03E+05	97.04%	1.528	0.02962
10	3.32	3	1,000	24	26	29	5.27E+04	98.48%	1.818	0.01519
30	9.95	2	100	9	9	10	1.87E+03	99.946%	3.269	0.00054
60	19.90	1	10	11	13	14	2.53E+02	99.9927%	4.136	0.00007



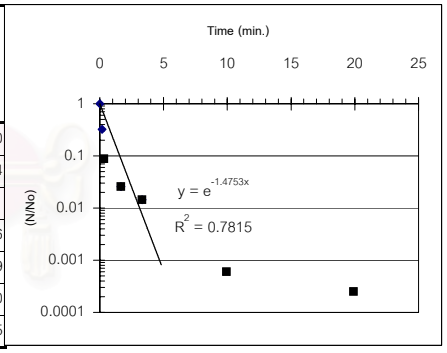
ชุดการทดลองที่ 58 น้ำดิบ+ความขุ่น 5.0 NTU + Humic acid 5.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	75	77	78	1.53E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	13	15	14	2.80E+06	81.74%	0.738	0.18261
1	0.33	5	100,000	8	8	10	1.73E+06	88.70%	0.947	0.11304
5	1.66	4	10,000	20	24	25	4.60E+05	97.00%	1.523	0.03000
10	3.32	3	1,000	39	32	34	7.00E+04	99.54%	2.341	0.00457
30	9.95	2	100	57	60	61	1.19E+04	99.923%	3.111	0.00077
60	19.90	2	100	12	12	15	2.60E+03	99.9830%	3.771	0.00017



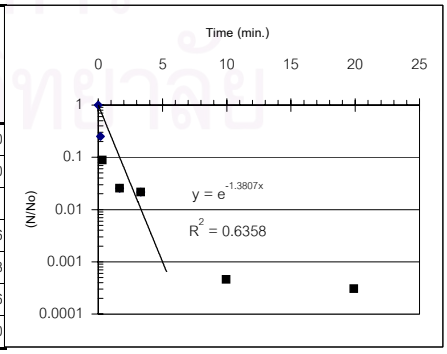
ชุดการทดลองที่ 59 น้ำดิบ+ความขุ่น 5.0 NTU + Humic acid 5.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	137	139	141	2.78E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	44	45	46	9.00E+06	67.63%	0.490	0.32374
1	0.33	4	10,000	120	122	125	2.45E+06	91.20%	1.055	0.08801
5	1.66	4	10,000	34	35	38	7.13E+05	97.43%	1.591	0.02566
10	3.32	4	10,000	19	20	21	4.00E+05	98.56%	1.842	0.01439
30	9.95	2	100	82	83	85	1.67E+04	99.940%	3.222	0.00060
60	19.90	2	100	31	35	38	6.93E+03	99.9751%	3.603	0.00025



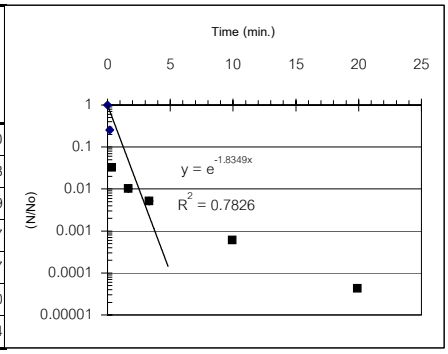
ชุดการทดลองที่ 60 น้ำดิบ+ความขุ่น 5.0 NTU + Humic acid 5.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	137	139	141	2.78E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	34	35	36	7.00E+06	74.82%	0.599	0.25180
1	0.33	4	10,000	120	122	125	2.45E+06	91.20%	1.055	0.08801
5	1.66	4	10,000	34	35	38	7.13E+05	97.43%	1.591	0.02566
10	3.32	4	10,000	29	30	31	6.00E+05	97.84%	1.666	0.02158
30	9.95	2	100	62	63	65	1.27E+04	99.954%	3.341	0.00046
60	19.90	2	100	41	43	43	8.47E+03	99.9695%	3.516	0.00030



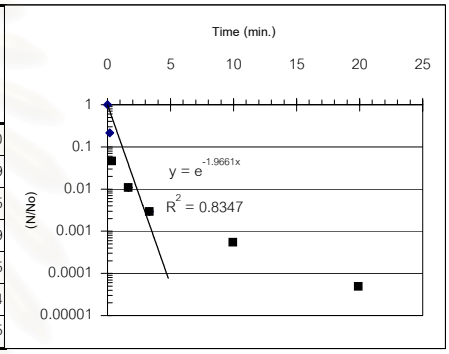
ชุดการทดลองที่ 61 น้ำดิบ+ความขุ่น 10.0 NTU + Humic acid 0.5 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	4	10,000	49	50	50	9.93E+05	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	4	10,000	12	13	13	2.53E+05	74.50%	0.593	0.25503
1	0.33	3	1,000	17	19	13	3.27E+04	96.71%	1.483	0.03289
5	1.66	2	100	49	51	53	1.02E+04	98.97%	1.988	0.01027
10	3.32	2	100	24	25	28	5.13E+03	99.48%	2.287	0.00517
30	9.95	2	100	2	2	5	6.00E+02	99.940%	3.219	0.00060
60	19.90	0	1	18	22	24	4.27E+01	99.9957%	4.367	0.00004



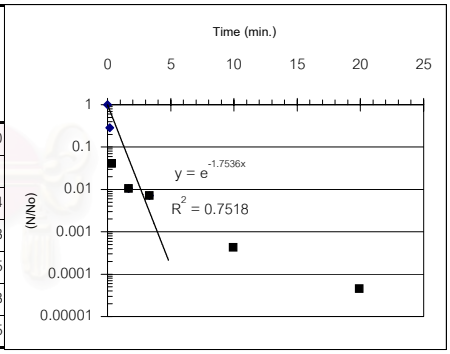
ชุดการทดลองที่ 62 น้ำดิบ+ความขุ่น 10.0 NTU + Humic acid 0.5 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	24	26	26	5.07E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	52	54	58	1.09E+07	78.42%	0.666	0.21579
1	0.33	5	100,000	11	12	12	2.33E+06	95.39%	1.337	0.04605
5	1.66	4	10,000	25	27	30	5.47E+05	98.92%	1.967	0.01079
10	3.32	3	1,000	72	75	77	1.49E+05	99.71%	2.531	0.00295
30	9.95	2	100	135	138	140	2.75E+04	99.946%	3.265	0.00054
60	19.90	2	100	11	12	14	2.47E+03	99.9951%	4.313	0.00005



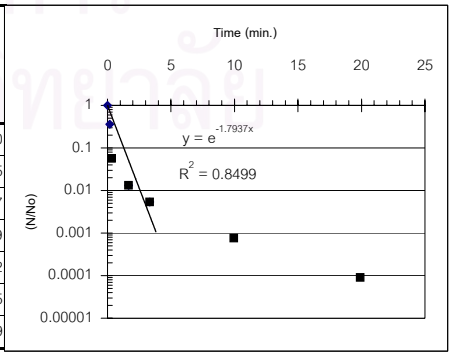
ชุดการทดลองที่ 63 น้ำดิบ+ความขุ่น 10.0 NTU + Humic acid 0.5 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	14	15	18	3.13E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	48	42	44	8.93E+06	71.49%	0.545	0.28511
1	0.33	4	10,000	61	64	66	1.27E+06	95.94%	1.391	0.04064
5	1.66	4	10,000	17	19	13	3.27E+05	98.96%	1.982	0.01043
10	3.32	3	1,000	107	111	118	2.24E+05	99.29%	2.146	0.00715
30	9.95	2	100	64	66	71	1.34E+04	99.957%	3.369	0.00043
60	19.90	1	10	70	72	72	1.43E+03	99.9954%	4.342	0.00005



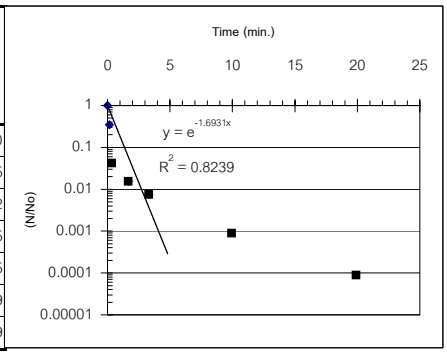
ชุดการทดลองที่ 64 น้ำดิบ+ความขุ่น 10.0 NTU + Humic acid 1.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	74	79	82	1.57E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	26	28	30	5.60E+06	64.26%	0.447	0.35745
1	0.33	4	10,000	40	44	48	8.80E+05	94.38%	1.250	0.05617
5	1.66	4	10,000	9	11	11	2.07E+05	98.68%	1.880	0.01319
10	3.32	3	1,000	41	42	42	8.33E+04	99.47%	2.274	0.00532
30	9.95	2	100	57	59	61	1.18E+04	99.925%	3.123	0.00075
60	19.90	2	100	6	7	8	1.40E+03	99.9911%	4.049	0.00009



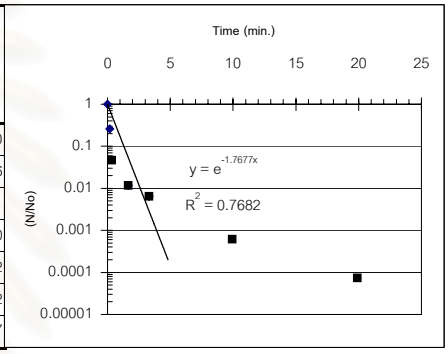
ชุดการทดลองที่ 65 น้ำดิบ+ความขุ่น 10.0 NTU + Humic acid 1.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	3	4	4	7.33E+06	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	11	13	14	2.53E+06	65.45%	0.462	0.34545
1	0.33	4	10,000	14	15	17	3.07E+05	95.82%	1.379	0.04182
5	1.66	3	1,000	55	58	58	1.14E+05	98.45%	1.808	0.01555
10	3.32	3	1,000	25	28	29	5.47E+04	99.25%	2.128	0.00745
30	9.95	2	100	32	33	33	6.53E+03	99.911%	3.050	0.00089
60	19.90	1	10	30	34	34	6.53E+02	99.9911%	4.050	0.00009



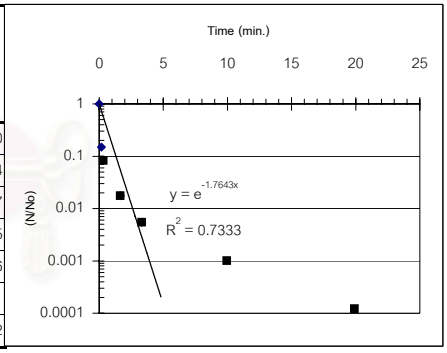
ชุดการทดลองที่ 66 น้ำดิบ+ความขุ่น 10.0 NTU + Humic acid 1.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	25	27	29	5.40E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	6	1,000,000	5	7	9	1.40E+07	74.07%	0.586	0.25926
1	0.33	5	100,000	12	13	13	2.53E+06	95.31%	1.329	0.04691
5	1.66	4	10,000	29	31	34	6.27E+05	98.84%	1.935	0.01160
10	3.32	4	10,000	15	18	19	3.47E+05	99.36%	2.192	0.00642
30	9.95	3	1,000	14	17	19	3.33E+04	99.938%	3.210	0.00062
60	19.90	3	1,000	2	2	2	4.00E+03	99.9926%	4.130	0.00007



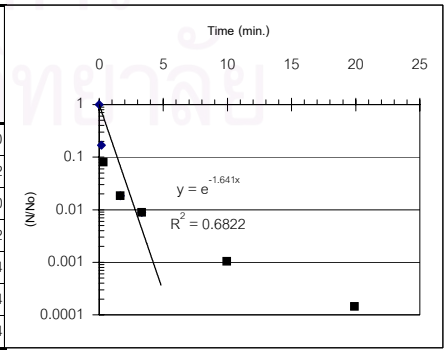
ชุดการทดลองที่ 67 น้ำดิบ+ความขุ่น 10.0 NTU + Humic acid 3.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	45	47	49	9.40E+06	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	5	7	9	1.40E+06	85.11%	0.827	0.14894
1	0.33	4	10,000	37	39	40	7.73E+05	91.77%	1.085	0.08227
5	1.66	3	1,000	80	82	84	1.64E+05	98.26%	1.758	0.01745
10	3.32	3	1,000	24	25	28	5.13E+04	99.45%	2.263	0.00546
30	9.95	2	100	45	50	47	9.47E+03	99.899%	2.997	0.00101
60	19.90	1	10	55	58	59	1.15E+03	99.9878%	3.914	0.00012



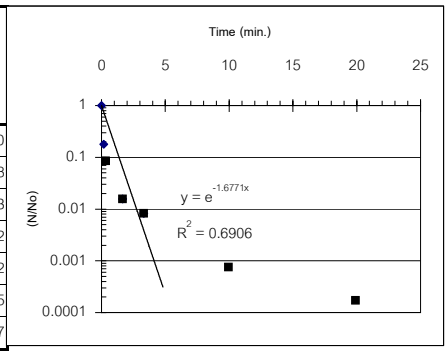
ชุดการทดลองที่ 68 น้ำดิบ+ความขุ่น 10.0 NTU + Humic acid 3.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	29	31	35	6.33E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	6	1,000,000	5	4	7	1.07E+07	83.16%	0.774	0.16842
1	0.33	5	100,000	23	25	28	5.07E+06	92.00%	1.097	0.08000
5	1.66	4	10,000	57	58	59	1.16E+06	98.17%	1.737	0.01832
10	3.32	4	10,000	27	28	29	5.60E+05	99.12%	2.053	0.00884
30	9.95	3	1,000	30	34	35	6.60E+04	99.896%	2.982	0.00104
60	19.90	2	100	43	46	47	9.07E+03	99.9857%	3.844	0.00014



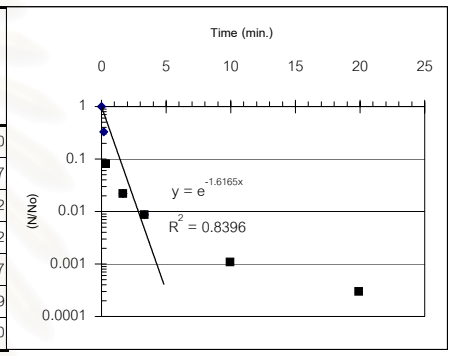
ชุดการทดลองที่ 69 น้ำดิบ+ความขุ่น 10.0 NTU + Humic acid 3.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	23	25	25	4.87E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	6	1,000,000	3	5	5	8.67E+06	82.19%	0.749	0.17808
1	0.33	5	100,000	20	21	21	4.13E+06	91.51%	1.071	0.08493
5	1.66	4	10,000	39	41	34	7.60E+05	98.44%	1.806	0.01562
10	3.32	4	10,000	18	20	22	4.00E+05	99.18%	2.085	0.00822
30	9.95	2	100	185	181	183	3.66E+04	99.925%	3.124	0.00075
60	19.90	2	100	37	42	46	8.33E+03	99.9829%	3.766	0.00017



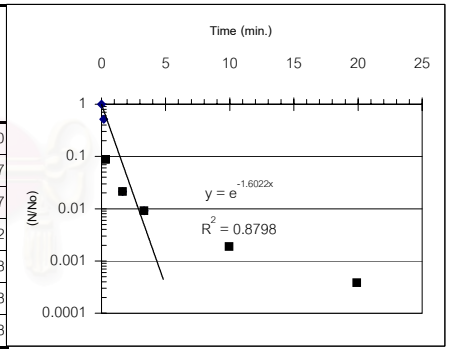
ชุดการทดลองที่ 70 น้ำดิบ+ความขุ่น 10.0 NTU + Humic acid 5.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	47	48	48	9.53E+06	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	14	16	17	3.13E+06	67.13%	0.483	0.32867
1	0.33	4	10,000	37	39	40	7.73E+05	91.89%	1.091	0.08112
5	1.66	3	1,000	101	105	106	2.08E+05	97.82%	1.661	0.02182
10	3.32	3	1,000	40	42	42	8.27E+04	99.13%	2.062	0.00867
30	9.95	2	100	50	51	55	1.04E+04	99.891%	2.962	0.00109
60	19.90	2	100	14	14	15	2.87E+03	99.9699%	3.522	0.00030



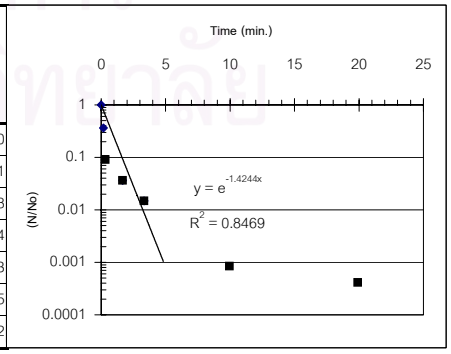
ชุดการทดลองที่ 71 น้ำดิบ+ความขุ่น 10.0 NTU + Humic acid 5.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	39	40	41	8.00E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	6	1,000,000	20	21	21	4.13E+07	48.33%	0.287	0.51667
1	0.33	5	100,000	33	34	37	6.93E+06	91.33%	1.062	0.08667
5	1.66	4	10,000	85	86	86	1.71E+06	97.86%	1.669	0.02142
10	3.32	4	10,000	34	37	38	7.27E+05	99.09%	2.042	0.00908
30	9.95	3	1,000	72	76	77	1.50E+05	99.813%	2.727	0.00188
60	19.90	3	1,000	14	15	17	3.07E+04	99.9617%	3.416	0.00038



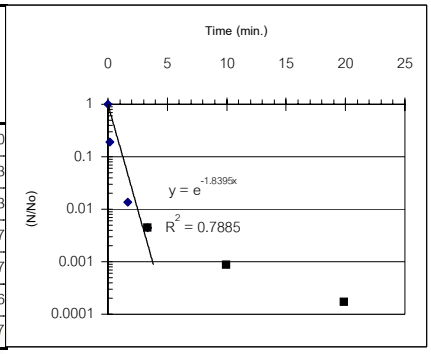
ชุดการทดลองที่ 72 น้ำดิบ+ความขุ่น 10.0 NTU + Humic acid 5.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	37	39	42	7.87E+06	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	13	15	15	2.87E+06	63.56%	0.438	0.36441
1	0.33	4	10,000	34	35	38	7.13E+05	90.93%	1.042	0.09068
5	1.66	4	10,000	12	14	17	2.87E+05	96.36%	1.438	0.03644
10	3.32	3	1,000	57	59	59	1.17E+05	98.52%	1.829	0.01483
30	9.95	2	100	32	33	35	6.67E+03	99.915%	3.072	0.00085
60	19.90	2	100	14	15	20	3.27E+03	99.9585%	3.382	0.00042



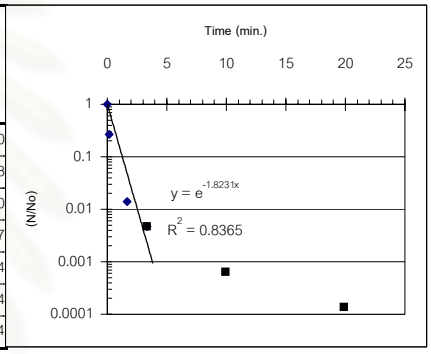
ชุดการทดลองที่ 73 น้ำดิบ+ความขุ่น 20.0 NTU + Humic acid 0.5 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก			จำนวน	ประสิทธิภาพ		Survival
(นาที)	(นาที)	10^n		ที่นับได้ในplateที่			ไวรัส	ในการกำจัดโคลิฟาจ		ratio
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	86	89	91	1.77E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	15	17	19	3.40E+06	80.83%	0.717	0.19173
1	0.33	4	10,000	64	65	65	1.29E+06	92.71%	1.137	0.07293
5	1.66	3	1,000	120	120	121	2.41E+05	98.64%	1.867	0.01357
10	3.32	3	1,000	37	40	42	7.93E+04	99.55%	2.349	0.00447
30	9.95	3	1,000	9	10	4	1.53E+04	99.914%	3.063	0.00086
60	19.90	1	10	150	154	155	3.06E+03	99.9827%	3.763	0.00017



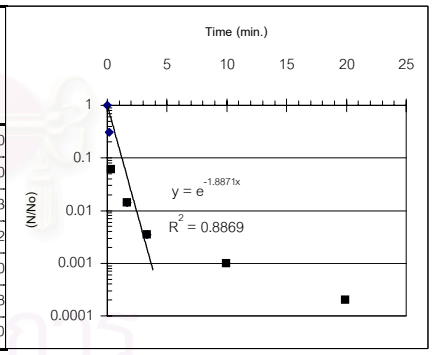
ชุดการทดลองที่ 74 น้ำดิบ+ความขุ่น 20.0 NTU + Humic acid 0.5 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก			จำนวน	ประสิทธิภาพ		Survival
(นาที)	(นาที)	10^n		ที่นับได้ในplateที่			ไวรัส	ในการกำจัดโคลิฟาจ		ratio
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	23	28	22	4.87E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	69	60	64	1.29E+07	73.56%	0.578	0.26438
1	0.33	4	10,000	153	154	150	3.05E+06	93.74%	1.203	0.06260
5	1.66	4	10,000	37	31	34	6.80E+05	98.60%	1.855	0.01397
10	3.32	3	1,000	115	112	112	2.26E+05	99.54%	2.333	0.00464
30	9.95	3	1,000	15	13	19	3.13E+04	99.936%	3.191	0.00064
60	19.90	2	100	32	35	33	6.67E+03	99.9863%	3.863	0.00014



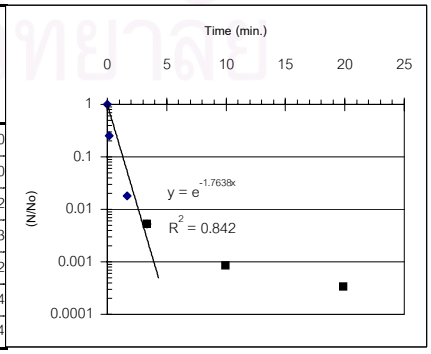
ชุดการทดลองที่ 75 น้ำดิบ+ความขุ่น 20.0 NTU + Humic acid 0.5 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก			จำนวน	ประสิทธิภาพ		Survival
(นาที)	(นาที)	10^n		ที่นับได้ในplateที่			ไวรัส	ในการกำจัดโคลิฟาจ		ratio
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	11	10	11	2.13E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	31	34	35	6.67E+06	68.75%	0.505	0.31250
1	0.33	4	10,000	63	64	67	1.29E+06	93.94%	1.217	0.06063
5	1.66	3	1,000	151	151	153	3.03E+05	98.58%	1.847	0.01422
10	3.32	3	1,000	35	37	40	7.47E+04	99.65%	2.456	0.00350
30	9.95	2	100	100	105	110	2.10E+04	99.902%	3.007	0.00098
60	19.90	2	100	22	23	20	4.33E+03	99.9797%	3.692	0.00020



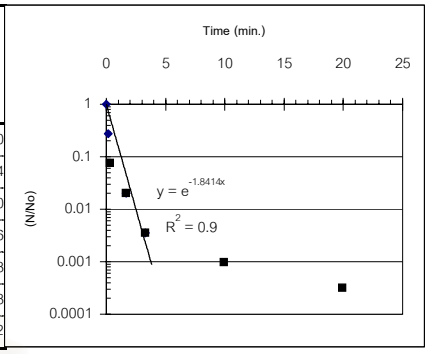
ชุดการทดลองที่ 76 น้ำดิบ+ความขุ่น 20.0 NTU + Humic acid 1 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก			จำนวน	ประสิทธิภาพ		Survival
(นาที)	(นาที)	10^n		ที่นับได้ในplateที่			ไวรัส	ในการกำจัดโคลิฟาจ		ratio
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	188	183	183	3.69E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	45	46	47	9.20E+06	75.09%	0.604	0.24910
1	0.33	4	10,000	141	142	147	2.87E+06	92.24%	1.110	0.07762
5	1.66	4	10,000	33	31	37	6.73E+05	98.18%	1.739	0.01823
10	3.32	3	1,000	99	93	97	1.93E+05	99.48%	2.283	0.00522
30	9.95	2	100	156	159	152	3.11E+04	99.916%	3.074	0.00084
60	19.90	2	100	62	62	63	1.25E+04	99.9662%	3.472	0.00034



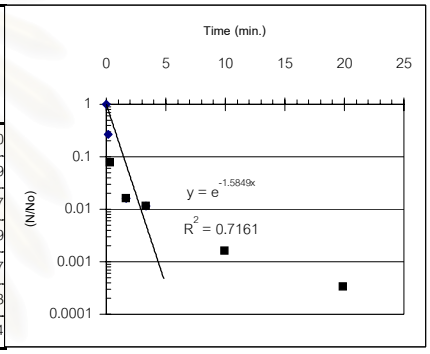
ชุดการทดลองที่ 77 น้ำดิบ+ความขุ่น 20.0 NTU + Humic acid 1 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก			จำนวน	ประสิทธิภาพ		Survival
(นาที)	(นาที)	10^n		ที่นับได้ในplateที่			ไวรัส	ในการกำจัดโคลิฟาจ		ratio
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	43	43	42	8.53E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	6	1,000,000	11	12	12	2.33E+07	72.66%	0.563	0.27344
1	0.33	5	100,000	34	32	30	6.40E+06	92.50%	1.125	0.07500
5	1.66	4	10,000	82	88	88	1.72E+06	97.98%	1.696	0.02016
10	3.32	3	1,000	157	151	150	3.05E+05	99.64%	2.446	0.00358
30	9.95	3	1,000	42	41	43	8.40E+04	99.902%	3.007	0.00098
60	19.90	2	100	133	139	134	2.71E+04	99.9683%	3.499	0.00032



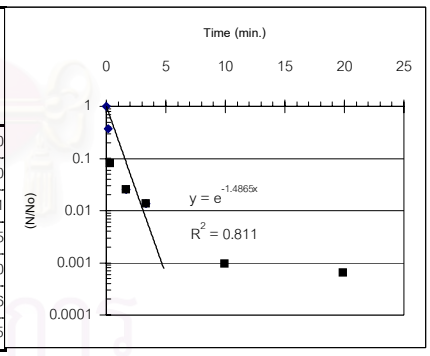
ชุดการทดลองที่ 78 น้ำดิบ+ความขุ่น 20.0 NTU + Humic acid 1 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก			จำนวน	ประสิทธิภาพ		Survival
(นาที)	(นาที)	10^n		ที่นับได้ในplateที่			ไวรัส	ในการกำจัดโคลิฟาจ		ratio
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	42	48	50	9.33E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	6	1,000,000	10	12	15	2.47E+07	73.57%	0.578	0.26429
1	0.33	5	100,000	35	37	38	7.33E+06	92.14%	1.105	0.07857
5	1.66	4	10,000	77	77	74	1.52E+06	98.37%	1.788	0.01629
10	3.32	4	10,000	55	54	53	1.08E+06	98.84%	1.937	0.01157
30	9.95	3	1,000	75	75	78	1.52E+05	99.837%	2.788	0.00163
60	19.90	3	1,000	13	20	14	3.13E+04	99.9664%	3.474	0.00034



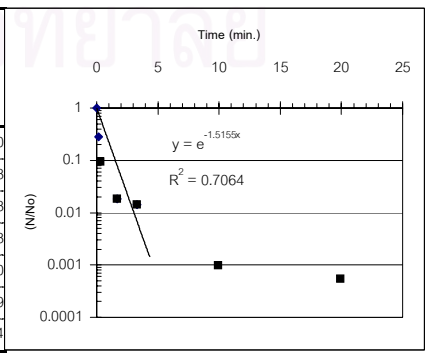
ชุดการทดลองที่ 79 น้ำดิบ+ความขุ่น 20.0 NTU + Humic acid 3 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก			จำนวน	ประสิทธิภาพ		Survival
(นาที)	(นาที)	10^n		ที่นับได้ในplateที่			ไวรัส	ในการกำจัดโคลิฟาจ		ratio
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	51	57	57	1.10E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	20	20	21	4.07E+06	63.03%	0.432	0.36970
1	0.33	4	10,000	45	41	47	8.87E+05	91.94%	1.094	0.08061
5	1.66	4	10,000	12	13	17	2.80E+05	97.45%	1.594	0.02545
10	3.32	3	1,000	72	78	76	1.51E+05	98.63%	1.863	0.01370
30	9.95	2	100	54	53	51	1.05E+04	99.904%	3.019	0.00096
60	19.90	2	100	35	34	39	7.20E+03	99.9345%	3.184	0.00065



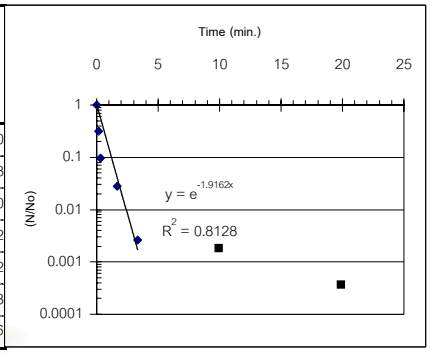
ชุดการทดลองที่ 80 น้ำดิบ+ความขุ่น 20.0 NTU + Humic acid 3.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก			จำนวน	ประสิทธิภาพ		Survival
(นาที)	(นาที)	10^n		ที่นับได้ในplateที่			ไวรัส	ในการกำจัดโคลิฟาจ		ratio
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	45	42	47	8.93E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	6	1,000,000	16	10	12	2.53E+07	71.64%	0.547	0.28358
1	0.33	5	100,000	42	41	44	8.47E+06	90.52%	1.023	0.09478
5	1.66	4	10,000	80	85	84	1.66E+06	98.14%	1.731	0.01858
10	3.32	4	10,000	62	62	69	1.29E+06	98.56%	1.842	0.01440
30	9.95	3	1,000	47	45	41	8.87E+04	99.901%	3.003	0.00099
60	19.90	3	1,000	20	28	24	4.80E+04	99.9463%	3.270	0.00054



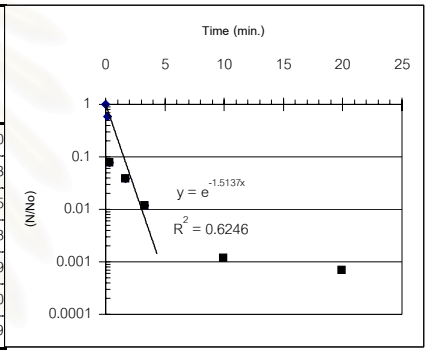
ชุดการทดลองที่ 81 น้ำดิบ+ความขุ่น 20.0 NTU + Humic acid 3.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก			จำนวน	ประสิทธิภาพ		Survival
(นาที)	(นาที)	10^n		ที่นับได้ในplateที่			ไวรัส	ในการกำจัดโคลิฟาจ		ratio
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	26	29	22	5.13E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	80	81	82	1.62E+07	68.44%	0.501	0.31558
1	0.33	5	100,000	26	27	21	4.93E+06	90.39%	1.017	0.09610
5	1.66	4	10,000	70	74	71	1.43E+06	97.21%	1.554	0.02792
10	3.32	3	1,000	68	68	66	1.35E+05	99.74%	2.581	0.00262
30	9.95	3	1,000	45	48	48	9.40E+04	99.817%	2.737	0.00183
60	19.90	2	100	95	93	93	1.87E+04	99.9635%	3.438	0.00036



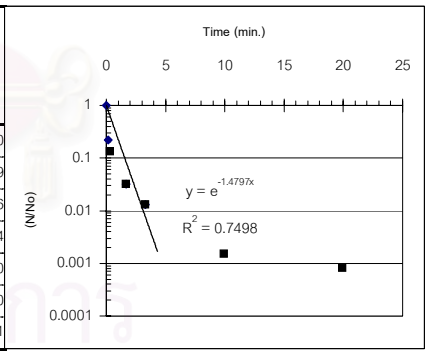
ชุดการทดลองที่ 82 น้ำดิบ+ความขุ่น 20.0 NTU + Humic acid 5.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก			จำนวน	ประสิทธิภาพ		Survival
(นาที)	(นาที)	10^n		ที่นับได้ในplateที่			ไวรัส	ในการกำจัดโคลิฟาจ		ratio
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	93	92	96	1.87E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	59	50	55	1.09E+07	41.64%	0.234	0.58363
1	0.33	4	10,000	77	72	72	1.47E+06	92.14%	1.104	0.07865
5	1.66	4	10,000	36	39	32	7.13E+05	96.19%	1.419	0.03808
10	3.32	3	1,000	110	112	115	2.25E+05	98.80%	1.921	0.01199
30	9.95	2	100	110	112	115	2.25E+04	99.880%	2.921	0.00120
60	19.90	2	100	61	65	67	1.29E+04	99.9313%	3.163	0.00069



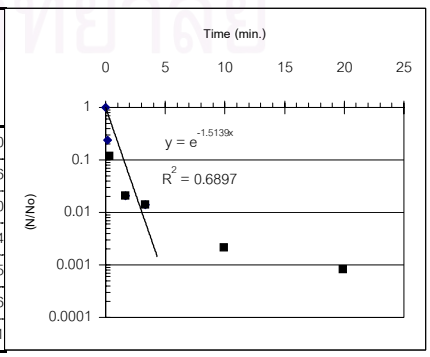
ชุดการทดลองที่ 83 น้ำดิบ+ความขุ่น 20.0 NTU + Humic acid 5.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก			จำนวน	ประสิทธิภาพ		Survival
(นาที)	(นาที)	10^n		ที่นับได้ในplateที่			ไวรัส	ในการกำจัดโคลิฟาจ		ratio
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	41	42	41	8.27E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	90	92	95	1.85E+07	77.66%	0.651	0.22339
1	0.33	5	100,000	50	55	59	1.09E+07	86.77%	0.879	0.13226
5	1.66	4	10,000	130	134	132	2.64E+06	96.81%	1.496	0.03194
10	3.32	4	10,000	52	53	55	1.07E+06	98.71%	1.889	0.01290
30	9.95	3	1,000	64	60	62	1.24E+05	99.850%	2.824	0.00150
60	19.90	3	1,000	32	37	31	6.67E+04	99.9194%	3.093	0.00081



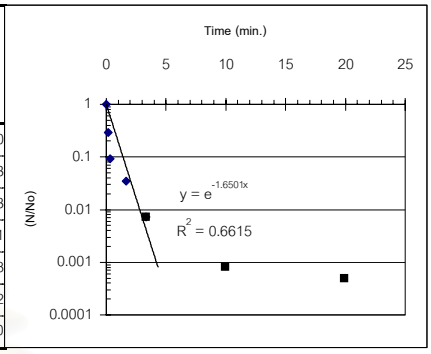
ชุดการทดลองที่ 84 น้ำดิบ+ความขุ่น 20.0 NTU + Humic acid 5.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก			จำนวน	ประสิทธิภาพ		Survival
(นาที)	(นาที)	10^n		ที่นับได้ในplateที่			ไวรัส	ในการกำจัดโคลิฟาจ		ratio
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	46	42	47	9.00E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	108	102	108	2.12E+07	76.44%	0.628	0.23556
1	0.33	5	100,000	53	58	51	1.08E+07	88.00%	0.921	0.12000
5	1.66	4	10,000	91	95	94	1.87E+06	97.93%	1.683	0.02074
10	3.32	4	10,000	61	62	64	1.25E+06	98.61%	1.858	0.01385
30	9.95	3	1,000	99	93	99	1.94E+05	99.784%	2.666	0.00216
60	19.90	3	1,000	33	38	39	7.33E+04	99.9185%	3.089	0.00081



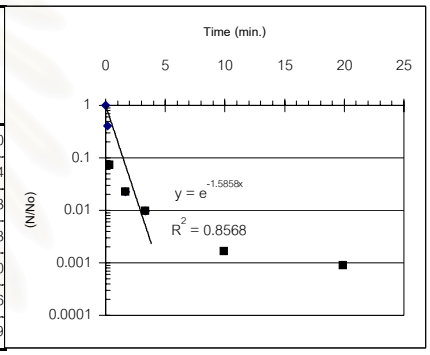
ชุดการทดลองที่ 85 น้ำดิบ+ความขุ่น 30.0 NTU + Humic acid 0.5 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก			จำนวน	ประสิทธิภาพ		Survival
(นาที)	(นาที)	10^n		ที่นับได้ในplateที่			ไวรัส	ในการกำจัดโคลิฟาจ		ratio
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	14	18	13	3.00E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	44	40	48	8.80E+06	70.67%	0.533	0.29333
1	0.33	5	100,000	19	13	10	2.80E+06	90.67%	1.030	0.09333
5	1.66	4	10,000	52	50	56	1.05E+06	96.49%	1.455	0.03511
10	3.32	3	1,000	108	106	109	2.15E+05	99.28%	2.144	0.00718
30	9.95	2	100	124	124	123	2.47E+04	99.918%	3.084	0.00082
60	19.90	2	100	72	79	72	1.49E+04	99.9504%	3.305	0.00050



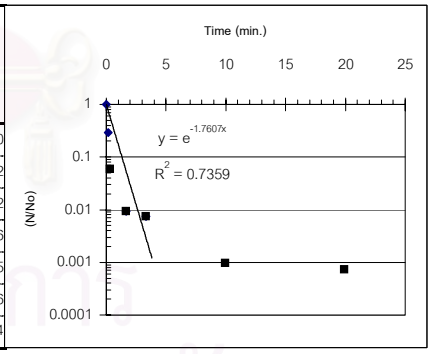
ชุดการทดลองที่ 86 น้ำดิบ+ความขุ่น 30.0 NTU + Humic acid 0.5 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก			จำนวน	ประสิทธิภาพ		Survival
(นาที)	(นาที)	10^n		ที่นับได้ในplateที่			ไวรัส	ในการกำจัดโคลิฟาจ		ratio
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	33	31	35	6.60E+06	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	15	13	12	2.67E+06	59.60%	0.394	0.40404
1	0.33	4	10,000	23	28	21	4.80E+05	92.73%	1.138	0.07273
5	1.66	3	1,000	73	78	72	1.49E+05	97.75%	1.647	0.02253
10	3.32	3	1,000	32	33	30	6.33E+04	99.04%	2.018	0.00960
30	9.95	2	100	55	53	56	1.09E+04	99.834%	2.781	0.00166
60	19.90	2	100	28	29	31	5.87E+03	99.9111%	3.051	0.00089



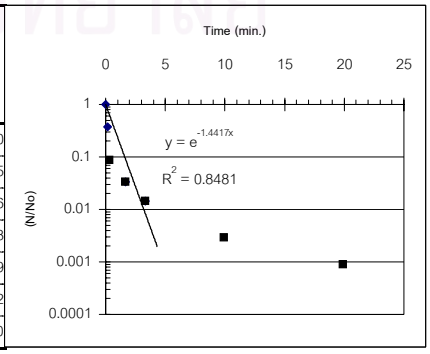
ชุดการทดลองที่ 87 น้ำดิบ+ความขุ่น 30.0 NTU + Humic acid 0.5 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก			จำนวน	ประสิทธิภาพ		Survival
(นาที)	(นาที)	10^n		ที่นับได้ในplateที่			ไวรัส	ในการกำจัดโคลิฟาจ		ratio
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	43	48	45	9.07E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	6	1,000,000	15	12	13	2.67E+07	70.59%	0.531	0.29412
1	0.33	5	100,000	28	25	27	5.33E+06	94.12%	1.230	0.05882
5	1.66	4	10,000	41	42	43	8.40E+05	99.07%	2.033	0.00926
10	3.32	4	10,000	31	34	35	6.67E+05	99.26%	2.134	0.00735
30	9.95	3	1,000	42	45	44	8.73E+04	99.904%	3.016	0.00096
60	19.90	3	1,000	33	33	34	6.67E+04	99.9265%	3.134	0.00074



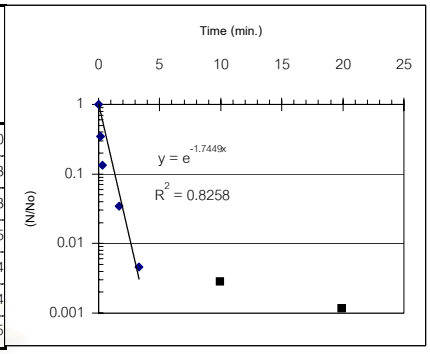
ชุดการทดลองที่ 88 น้ำดิบ+ความขุ่น 30.0 NTU + Humic acid 1.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก			จำนวน	ประสิทธิภาพ		Survival
(นาที)	(นาที)	10^n		ที่นับได้ในplateที่			ไวรัส	ในการกำจัดโคลิฟาจ		ratio
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	16	16	17	3.27E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	61	62	62	1.23E+07	62.24%	0.423	0.37755
1	0.33	5	100,000	10	17	16	2.87E+06	91.22%	1.057	0.08776
5	1.66	4	10,000	56	53	57	1.11E+06	96.61%	1.470	0.03388
10	3.32	4	10,000	20	25	25	4.67E+05	98.57%	1.845	0.01429
30	9.95	3	1,000	48	47	48	9.53E+04	99.708%	2.535	0.00292
60	19.90	2	100	142	149	149	2.93E+04	99.9102%	3.047	0.00090



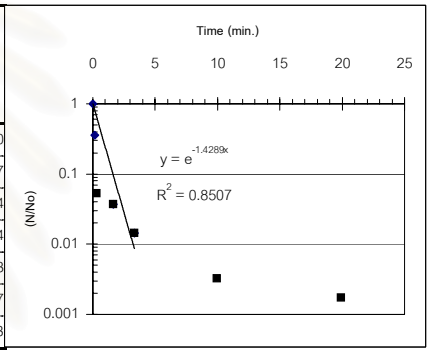
ชุดการทดลองที่ 89 น้ำดิบ+ความขุ่น 30.0 NTU + Humic acid 1.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก			จำนวน	ประสิทธิภาพ		Survival
(นาที)	(นาที)	10^n		ที่นับได้ในplateที่			ไวรัส	ในการกำจัดโคลิฟาจ		ratio
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	125	124	128	2.51E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	46	41	45	8.80E+06	64.99%	0.456	0.35013
1	0.33	5	100,000	18	18	14	3.33E+06	86.74%	0.877	0.13263
5	1.66	4	10,000	44	45	42	8.73E+05	96.53%	1.459	0.03475
10	3.32	3	1,000	59	59	57	1.17E+05	99.54%	2.333	0.00464
30	9.95	3	1,000	34	38	35	7.13E+04	99.716%	2.547	0.00284
60	19.90	2	100	145	147	141	2.89E+04	99.8851%	2.940	0.00115



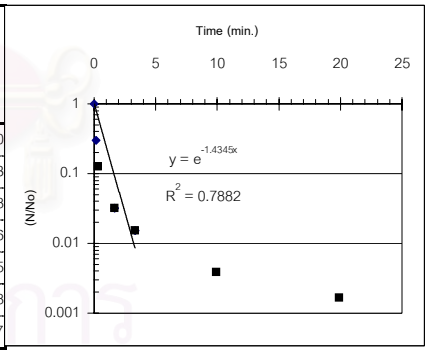
ชุดการทดลองที่ 90 น้ำดิบ+ความขุ่น 30.0 NTU + Humic acid 1.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก			จำนวน	ประสิทธิภาพ		Survival
(นาที)	(นาที)	10^n		ที่นับได้ในplateที่			ไวรัส	ในการกำจัดโคลิฟาจ		ratio
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	22	24	24	4.67E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	80	82	89	1.67E+07	64.14%	0.445	0.35857
1	0.33	4	10,000	123	126	123	2.48E+06	94.69%	1.275	0.05314
5	1.66	4	10,000	88	85	87	1.73E+06	96.29%	1.430	0.03714
10	3.32	4	10,000	37	30	34	6.73E+05	98.56%	1.841	0.01443
30	9.95	3	1,000	74	79	76	1.53E+05	99.673%	2.485	0.00327
60	19.90	3	1,000	40	41	40	8.07E+04	99.8271%	2.762	0.00173



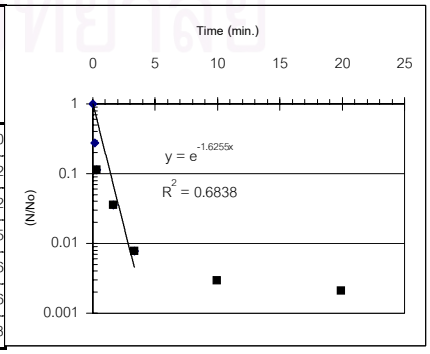
ชุดการทดลองที่ 91 น้ำดิบ+ความขุ่น 30.0 NTU + Humic acid 3.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก			จำนวน	ประสิทธิภาพ		Survival
(นาที)	(นาที)	10^n		ที่นับได้ในplateที่			ไวรัส	ในการกำจัดโคลิฟาจ		ratio
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	15	17	11	2.87E+06	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	4	10,000	44	46	40	8.67E+05	69.77%	0.520	0.30233
1	0.33	4	10,000	16	18	20	3.60E+05	87.44%	0.901	0.12558
5	1.66	3	1,000	48	44	45	9.13E+04	96.81%	1.497	0.03186
10	3.32	3	1,000	22	23	21	4.40E+04	98.47%	1.814	0.01535
30	9.95	2	100	56	57	54	1.11E+04	99.612%	2.411	0.00388
60	19.90	2	100	20	25	27	4.80E+03	99.8326%	2.776	0.00167



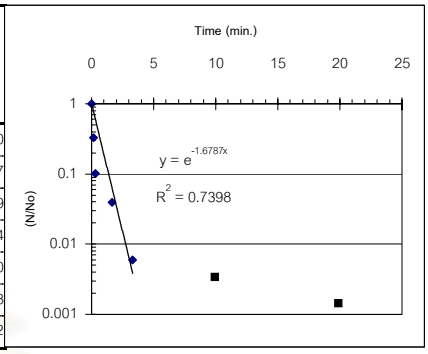
ชุดการทดลองที่ 92 น้ำดิบ+ความขุ่น 30.0 mg/l + Humic acid 3.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก			จำนวน	ประสิทธิภาพ		Survival
(นาที)	(นาที)	10^n		ที่นับได้ในplateที่			ไวรัส	ในการกำจัดโคลิฟาจ		ratio
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	26	31	28	5.67E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	77	79	77	1.55E+07	72.59%	0.562	0.27412
1	0.33	5	100,000	32	34	31	6.47E+06	88.59%	0.943	0.11412
5	1.66	4	10,000	100	101	102	2.02E+06	96.44%	1.448	0.03565
10	3.32	4	10,000	23	19	24	4.40E+05	99.22%	2.110	0.00776
30	9.95	3	1,000	85	81	86	1.68E+05	99.704%	2.528	0.00296
60	19.90	3	1,000	63	59	55	1.18E+05	99.7918%	2.681	0.00208



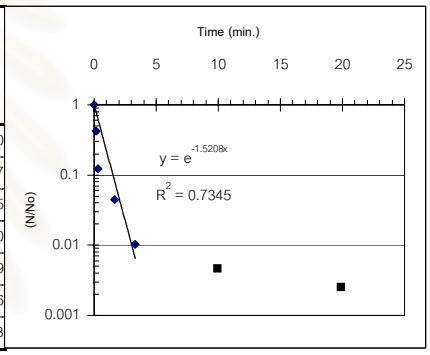
ชุดการทดลองที่ 93 น้ำดิบ+ความขุ่น 30.0 mg/l + Humic acid 3.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก			จำนวน	ประสิทธิภาพ		Survival
(นาที)	(นาที)	10^n		ที่นับได้ในplateที่			ไวรัส	ในการกำจัดโคลิฟาจ		ratio
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	10	19	10	2.60E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	41	48	40	8.60E+06	66.92%	0.480	0.33077
1	0.33	4	10,000	130	133	134	2.65E+06	89.82%	0.992	0.10179
5	1.66	4	10,000	51	52	52	1.03E+06	96.03%	1.401	0.03974
10	3.32	3	1,000	77	79	74	1.53E+05	99.41%	2.229	0.00590
30	9.95	3	1,000	41	47	44	8.80E+04	99.662%	2.470	0.00338
60	19.90	2	100	181	187	184	3.68E+04	99.8585%	2.849	0.00142



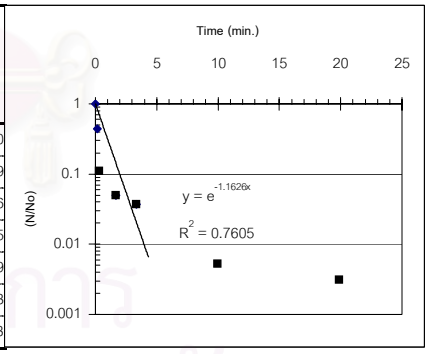
ชุดการทดลองที่ 94 น้ำดิบ+ความขุ่น 30.0 mg/l + Humic acid 5.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก			จำนวน	ประสิทธิภาพ		Survival
(นาที)	(นาที)	10^n		ที่นับได้ในplateที่			ไวรัส	ในการกำจัดโคลิฟาจ		ratio
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	39	31	32	6.80E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	140	148	147	2.90E+07	57.35%	0.370	0.42647
1	0.33	5	100,000	41	42	42	8.33E+06	87.75%	0.912	0.12255
5	1.66	4	10,000	151	157	152	3.07E+06	95.49%	1.346	0.04510
10	3.32	4	10,000	30	37	39	7.07E+05	98.96%	1.983	0.01039
30	9.95	3	1,000	158	159	158	3.17E+05	99.534%	2.332	0.00466
60	19.90	3	1,000	82	88	88	1.72E+05	99.7471%	2.597	0.00253



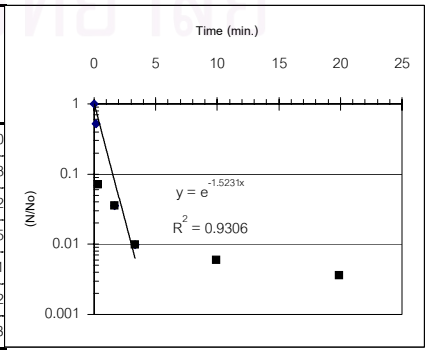
ชุดการทดลองที่ 95 น้ำดิบ+ความขุ่น 30.0 mg/l + Humic acid 5.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก			จำนวน	ประสิทธิภาพ		Survival
(นาที)	(นาที)	10^n		ที่นับได้ในplateที่			ไวรัส	ในการกำจัดโคลิฟาจ		ratio
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	147	149	148	2.96E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	65	67	63	1.30E+07	56.08%	0.357	0.43919
1	0.33	5	100,000	17	14	18	3.27E+06	88.96%	0.957	0.11036
5	1.66	4	10,000	71	73	76	1.47E+06	95.05%	1.305	0.04955
10	3.32	4	10,000	58	53	55	1.11E+06	96.26%	1.427	0.03739
30	9.95	3	1,000	79	75	78	1.55E+05	99.477%	2.282	0.00523
60	19.90	3	1,000	49	46	44	9.27E+04	99.6869%	2.504	0.00313



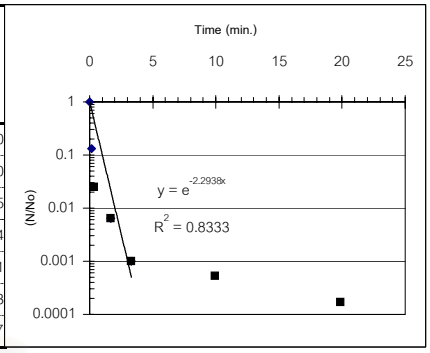
ชุดการทดลองที่ 96 น้ำดิบ+ความขุ่น 30.0 mg/l + Humic acid 5.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก			จำนวน	ประสิทธิภาพ		Survival
(นาที)	(นาที)	10^n		ที่นับได้ในplateที่			ไวรัส	ในการกำจัดโคลิฟาจ		ratio
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	104	103	107	2.09E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	55	56	54	1.10E+07	47.45%	0.279	0.52548
1	0.33	4	10,000	71	75	77	1.49E+06	92.90%	1.149	0.07102
5	1.66	4	10,000	36	39	36	7.40E+05	96.46%	1.452	0.03535
10	3.32	3	1,000	102	101	105	2.05E+05	99.02%	2.008	0.00981
30	9.95	3	1,000	60	63	66	1.26E+05	99.398%	2.220	0.00602
60	19.90	3	1,000	35	39	40	7.60E+04	99.6369%	2.440	0.00363



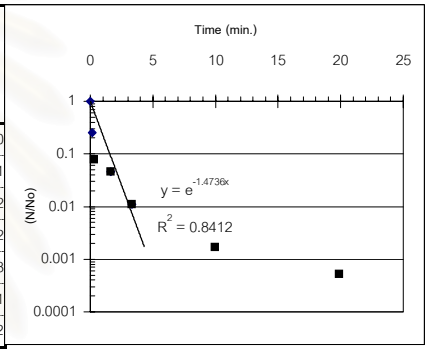
ชุดการทดลองที่ 217 น้ำดิบ+Humic acid 5.0 mg/l + Tanic acid 0.5 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก			จำนวน	ประสิทธิภาพ		Survival
(นาที)	(นาที)	10^n		ที่นับได้ในplateที่			ไวรัส	ในการกำจัดโคลิฟาจ		ratio
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	142	146	138	2.84E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	21	17	19	3.80E+06	86.62%	0.874	0.13380
1	0.33	4	10,000	38	33	34	7.00E+05	97.54%	1.608	0.02465
5	1.66	4	10,000	10	8	9	1.80E+05	99.37%	2.198	0.00634
10	3.32	3	1,000	15	11	17	2.87E+04	99.90%	2.996	0.00101
30	9.95	2	100	76	74	74	1.49E+04	99.947%	3.279	0.00053
60	19.90	2	100	24	25	24	4.87E+03	99.9829%	3.766	0.00017



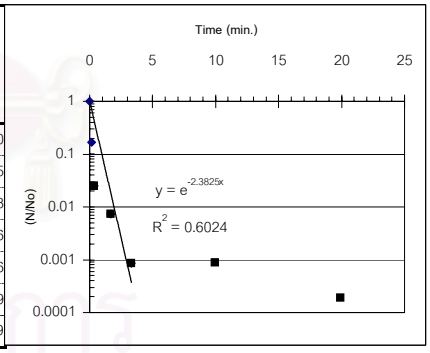
ชุดการทดลองที่ 218 น้ำดิบ+Humic acid 5.0 mg/l + Tanic acid 0.5 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก			จำนวน	ประสิทธิภาพ		Survival
(นาที)	(นาที)	10^n		ที่นับได้ในplateที่			ไวรัส	ในการกำจัดโคลิฟาจ		ratio
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	95	92	88	1.83E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	19	23	27	4.60E+06	74.91%	0.600	0.25091
1	0.33	4	10,000	71	70	73	1.43E+06	92.22%	1.109	0.07782
5	1.66	4	10,000	41	40	45	8.40E+05	95.42%	1.339	0.04582
10	3.32	3	1,000	99	100	103	2.01E+05	98.90%	1.959	0.01098
30	9.95	3	1,000	18	14	15	3.13E+04	99.829%	2.767	0.00171
60	19.90	2	100	46	51	45	9.47E+03	99.9484%	3.287	0.00052



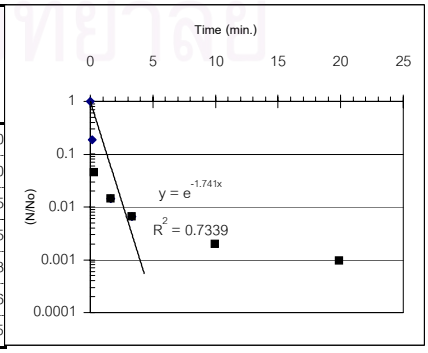
ชุดการทดลองที่ 219 น้ำดิบ+Humic acid 5.0 mg/l + Tanic acid 0.5 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก			จำนวน	ประสิทธิภาพ		Survival
(นาที)	(นาที)	10^n		ที่นับได้ในplateที่			ไวรัส	ในการกำจัดโคลิฟาจ		ratio
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	137	144	140	2.81E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	25	24	22	4.73E+06	83.14%	0.773	0.16865
1	0.33	4	10,000	30	37	39	7.07E+05	97.48%	1.599	0.02518
5	1.66	4	10,000	9	10	12	2.07E+05	99.26%	2.133	0.00736
10	3.32	3	1,000	10	13	13	2.40E+04	99.91%	3.068	0.00086
30	9.95	2	100	124	128	124	2.51E+04	99.911%	3.049	0.00089
60	19.90	2	100	29	21	30	5.33E+03	99.9810%	3.721	0.00019



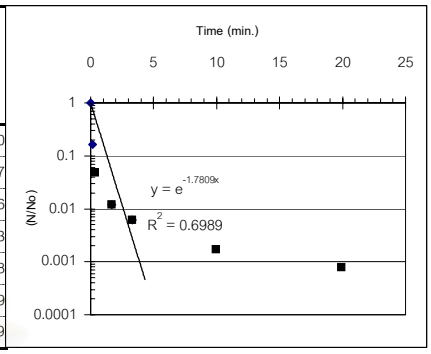
ชุดการทดลองที่ 220 น้ำดิบ+Humic acid 5.0 mg/l + Tanic acid 1.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก			จำนวน	ประสิทธิภาพ		Survival
(นาที)	(นาที)	10^n		ที่นับได้ในplateที่			ไวรัส	ในการกำจัดโคลิฟาจ		ratio
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	29	25	26	5.33E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	50	54	48	1.01E+07	81.00%	0.721	0.19000
1	0.33	4	10,000	126	120	120	2.44E+06	95.43%	1.340	0.04575
5	1.66	4	10,000	36	40	38	7.60E+05	98.58%	1.846	0.01425
10	3.32	3	1,000	174	177	175	3.51E+05	99.34%	2.182	0.00658
30	9.95	3	1,000	49	53	55	1.05E+05	99.804%	2.707	0.00196
60	19.90	3	1,000	23	27	26	5.07E+04	99.9050%	3.022	0.00095



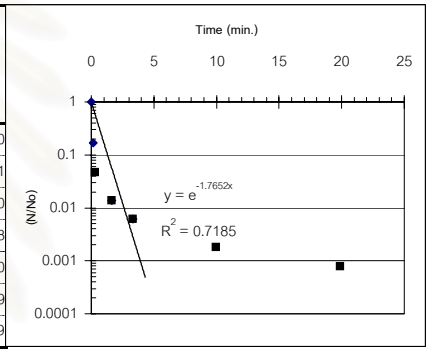
ชุดการทดลองที่ 221 น้ำดิบ+Humic acid 5.0 mg/l + Tanic acid 1.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก			จำนวน	ประสิทธิภาพ		Survival
(นาที)	(นาที)	10^n		ที่นับได้ในplateที่			ไวรัส	ในการกำจัดโคลิฟาจ		ratio
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	30	31	28	5.93E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	46	52	49	9.80E+06	83.48%	0.782	0.16517
1	0.33	4	10,000	148	145	141	2.89E+06	95.12%	1.312	0.04876
5	1.66	4	10,000	35	38	35	7.20E+05	98.79%	1.916	0.01213
10	3.32	3	1,000	182	179	180	3.61E+05	99.39%	2.216	0.00608
30	9.95	3	1,000	50	49	51	1.00E+05	99.831%	2.773	0.00169
60	19.90	3	1,000	24	27	19	4.67E+04	99.9213%	3.104	0.00079



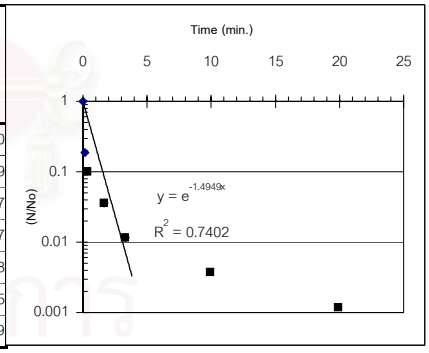
ชุดการทดลองที่ 222 น้ำดิบ+Humic acid 5.0 mg/l + Tanic acid 1.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก			จำนวน	ประสิทธิภาพ		Survival
(นาที)	(นาที)	10^n		ที่นับได้ในplateที่			ไวรัส	ในการกำจัดโคลิฟาจ		ratio
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	31	30	26	5.80E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	47	51	50	9.87E+06	82.99%	0.769	0.17011
1	0.33	4	10,000	139	136	133	2.72E+06	95.31%	1.329	0.04690
5	1.66	4	10,000	38	38	43	7.93E+05	98.63%	1.864	0.01368
10	3.32	3	1,000	178	177	176	3.54E+05	99.39%	2.214	0.00610
30	9.95	3	1,000	49	54	53	1.04E+05	99.821%	2.746	0.00179
60	19.90	3	1,000	27	21	21	4.60E+04	99.9207%	3.101	0.00079



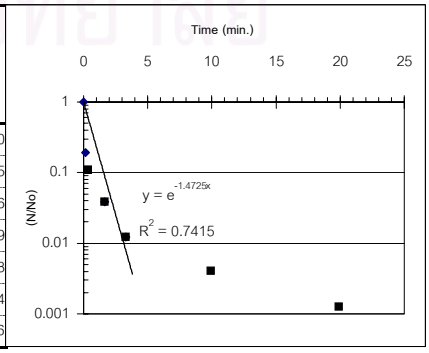
ชุดการทดลองที่ 223 น้ำดิบ+Humic acid 5.0 mg/l + Tanic acid 3.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก			จำนวน	ประสิทธิภาพ		Survival
(นาที)	(นาที)	10^n		ที่นับได้ในplateที่			ไวรัส	ในการกำจัดโคลิฟาจ		ratio
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	52	50	47	9.93E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	94	96	91	1.87E+07	81.14%	0.724	0.18859
1	0.33	5	100,000	47	47	56	1.00E+07	89.93%	0.997	0.10067
5	1.66	4	10,000	179	178	182	3.59E+06	96.38%	1.442	0.03617
10	3.32	4	10,000	57	57	57	1.14E+06	98.85%	1.940	0.01148
30	9.95	3	1,000	185	185	189	3.73E+05	99.625%	2.426	0.00375
60	19.90	3	1,000	57	57	63	1.18E+05	99.8812%	2.925	0.00119



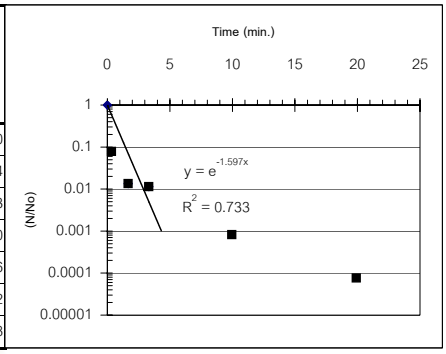
ชุดการทดลองที่ 224 น้ำดิบ+Humic acid 5.0 mg/l + Tanic acid 3.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก			จำนวน	ประสิทธิภาพ		Survival
(นาที)	(นาที)	10^n		ที่นับได้ในplateที่			ไวรัส	ในการกำจัดโคลิฟาจ		ratio
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	47	47	48	9.47E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	94	89	90	1.82E+07	80.77%	0.716	0.19225
1	0.33	5	100,000	55	49	53	1.05E+07	88.94%	0.956	0.11056
5	1.66	4	10,000	184	182	182	3.65E+06	96.14%	1.414	0.03859
10	3.32	4	10,000	55	61	57	1.15E+06	98.78%	1.914	0.01218
30	9.95	3	1,000	190	190	193	3.82E+05	99.596%	2.394	0.00404
60	19.90	3	1,000	61	55	63	1.19E+05	99.8739%	2.899	0.00126



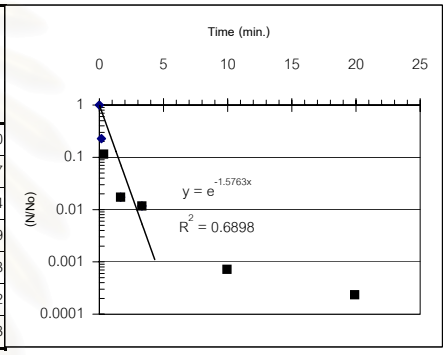
ชุดการทดลองที่ 105 น้ำดิบ+ความขุ่น 5.0 mg/l + Tanic acid 3.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก			จำนวน	ประสิทธิภาพ		Survival
(นาที)	(นาที)	10^n		ที่นับได้ในplateที่			ไวรัส	ในการกำจัดโคลิฟาจ		ratio
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	48	45	44	9.13E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	57	59	59	1.17E+07	87.23%	0.894	0.12774
1	0.33	5	100,000	38	34	36	7.20E+06	92.12%	1.103	0.07883
5	1.66	4	10,000	60	65	60	1.23E+06	98.65%	1.870	0.01350
10	3.32	4	10,000	50	51	56	1.05E+06	98.85%	1.941	0.01146
30	9.95	3	1,000	39	35	39	7.53E+04	99.918%	3.084	0.00082
60	19.90	2	100	30	36	39	7.00E+03	99.9923%	4.116	0.00008



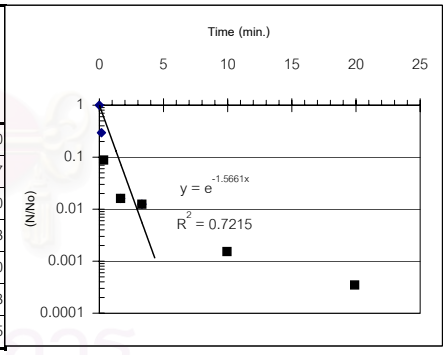
ชุดการทดลองที่ 106 น้ำดิบ+ความขุ่น 5.0 mg/l + Tanic acid 5.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก			จำนวน	ประสิทธิภาพ		Survival
(นาที)	(นาที)	10^n		ที่นับได้ในplateที่			ไวรัส	ในการกำจัดโคลิฟาจ		ratio
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	41	45	47	8.87E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	101	101	100	2.01E+07	77.29%	0.644	0.22707
1	0.33	5	100,000	50	51	52	1.02E+07	88.50%	0.939	0.11504
5	1.66	5	100,000	7	8	8	1.53E+06	98.27%	1.762	0.01729
10	3.32	4	10,000	50	52	54	1.04E+06	98.83%	1.931	0.01173
30	9.95	3	1,000	30	35	31	6.40E+04	99.928%	3.142	0.00072
60	19.90	2	100	100	107	105	2.08E+04	99.9765%	3.630	0.00023



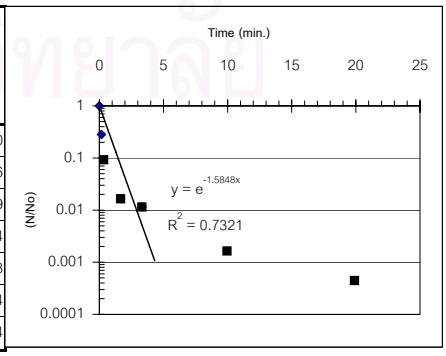
ชุดการทดลองที่ 107 น้ำดิบ+ความขุ่น 5.0 mg/l + Tanic acid 5.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก			จำนวน	ประสิทธิภาพ		Survival
(นาที)	(นาที)	10^n		ที่นับได้ในplateที่			ไวรัส	ในการกำจัดโคลิฟาจ		ratio
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	41	40	43	8.27E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	121	126	120	2.45E+07	70.40%	0.529	0.29597
1	0.33	5	100,000	33	37	39	7.27E+06	91.21%	1.056	0.08790
5	1.66	4	10,000	68	63	69	1.33E+06	98.39%	1.792	0.01613
10	3.32	4	10,000	50	53	52	1.03E+06	98.75%	1.903	0.01250
30	9.95	3	1,000	60	67	63	1.27E+05	99.847%	2.815	0.00153
60	19.90	3	1,000	19	10	14	2.87E+04	99.9653%	3.460	0.00035



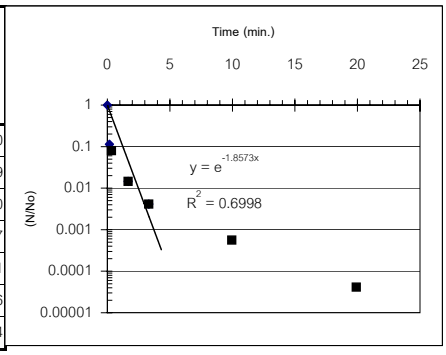
ชุดการทดลองที่ 108 น้ำดิบ+ความขุ่น 5.0 mg/l + Tanic acid 5.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก			จำนวน	ประสิทธิภาพ		Survival
(นาที)	(นาที)	10^n		ที่นับได้ในplateที่			ไวรัส	ในการกำจัดโคลิฟาจ		ratio
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	46	40	49	9.00E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	127	126	129	2.55E+07	71.70%	0.548	0.28296
1	0.33	5	100,000	40	43	42	8.33E+06	90.74%	1.033	0.09259
5	1.66	4	10,000	76	76	70	1.48E+06	98.36%	1.784	0.01644
10	3.32	4	10,000	49	52	54	1.03E+06	98.85%	1.940	0.01148
30	9.95	3	1,000	75	72	75	1.48E+05	99.836%	2.784	0.00164
60	19.90	3	1,000	18	22	20	4.00E+04	99.9556%	3.352	0.00044



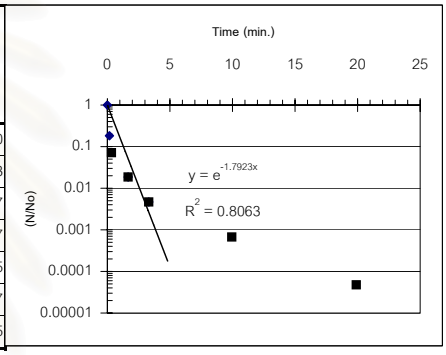
ชุดการทดลองที่ 109 น้ำดิบ+ความขุ่น 10.0 mg/l + Tanic acid 0.5 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก ที่นับได้ในplateที่			จำนวน ไวรัส	ประสิทธิภาพ ในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที) T_{run}	(นาที) T_{exp}	10^n n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	7	10,000,000	2	2	3	4.67E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	25	27	28	5.33E+06	88.57%	0.942	0.11429
1	0.33	5	100,000	18	19	19	3.73E+06	92.00%	1.097	0.08000
5	1.66	4	10,000	38	33	31	6.80E+05	98.54%	1.836	0.01457
10	3.32	3	1,000	96	97	95	1.92E+05	99.59%	2.386	0.00411
30	9.95	2	100	132	126	133	2.61E+04	99.944%	3.253	0.00056
60	19.90	1	10	97	97	96	1.93E+03	99.9959%	4.383	0.00004



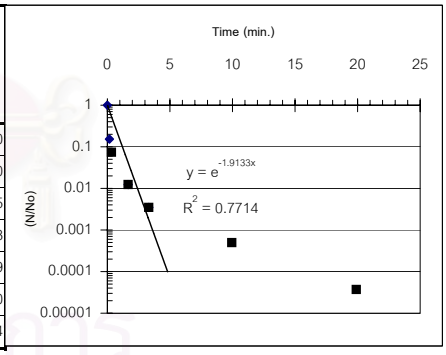
ชุดการทดลองที่ 110 น้ำดิบ+ความขุ่น 10.0 mg/l + Tanic acid 0.5 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก ที่นับได้ในplateที่			จำนวน ไวรัส	ประสิทธิภาพ ในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที) T_{run}	(นาที) T_{exp}	10^n n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	7	10,000,000	1	2	3	4.00E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	37	35	38	7.33E+06	81.67%	0.737	0.18333
1	0.33	5	100,000	11	15	17	2.87E+06	92.83%	1.145	0.07167
5	1.66	4	10,000	38	35	39	7.47E+05	98.13%	1.729	0.01867
10	3.32	3	1,000	90	95	94	1.86E+05	99.54%	2.333	0.00465
30	9.95	2	100	134	135	135	2.69E+04	99.933%	3.172	0.00067
60	19.90	1	10	95	92	97	1.89E+03	99.9953%	4.325	0.00005



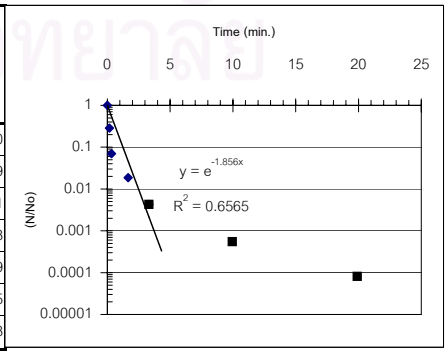
ชุดการทดลองที่ 111 น้ำดิบ+ความขุ่น 10.0 mg/l + Tanic acid 0.5 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก ที่นับได้ในplateที่			จำนวน ไวรัส	ประสิทธิภาพ ในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที) T_{run}	(นาที) T_{exp}	10^n n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	7	10,000,000	2	3	3	5.33E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	40	41	41	8.13E+06	84.75%	0.817	0.15250
1	0.33	5	100,000	18	19	22	3.93E+06	92.63%	1.132	0.07375
5	1.66	4	10,000	30	37	32	6.60E+05	98.76%	1.907	0.01238
10	3.32	3	1,000	91	92	96	1.86E+05	99.65%	2.457	0.00349
30	9.95	2	100	131	135	131	2.65E+04	99.950%	3.304	0.00050
60	19.90	1	10	96	102	98	1.97E+03	99.9963%	4.432	0.00004



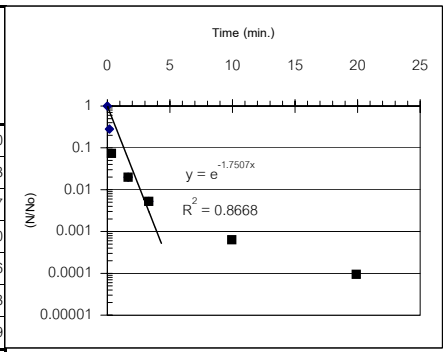
ชุดการทดลองที่ 112 น้ำดิบ+ความขุ่น 10.0 mg/l + Tanic acid 1.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก ที่นับได้ในplateที่			จำนวน ไวรัส	ประสิทธิภาพ ในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที) T_{run}	(นาที) T_{exp}	10^n n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	38	35	33	7.07E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	103	100	101	2.03E+07	71.32%	0.542	0.28679
1	0.33	5	100,000	28	23	23	4.93E+06	93.02%	1.156	0.06981
5	1.66	4	10,000	68	64	65	1.31E+06	98.14%	1.731	0.01858
10	3.32	3	1,000	151	154	150	3.03E+05	99.57%	2.367	0.00429
30	9.95	2	100	195	190	198	3.89E+04	99.945%	3.260	0.00055
60	19.90	2	100	33	27	26	5.73E+03	99.9919%	4.091	0.00008



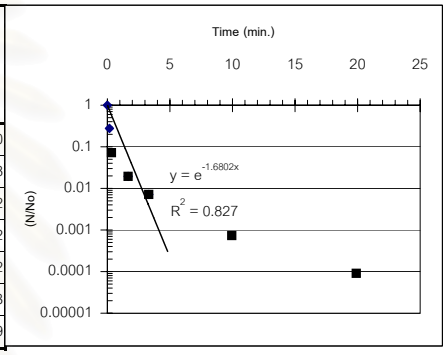
ชุดการทดลองที่ 113 น้ำดิบ+ความขุ่น 10.0 mg/l + Tanic acid 1.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	32	34	32	6.53E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	92	94	90	1.84E+07	71.84%	0.550	0.28163
1	0.33	5	100,000	23	29	20	4.80E+06	92.65%	1.134	0.07347
5	1.66	4	10,000	64	61	69	1.29E+06	98.02%	1.703	0.01980
10	3.32	3	1,000	174	170	171	3.43E+05	99.47%	2.279	0.00526
30	9.95	3	1,000	21	21	20	4.13E+04	99.937%	3.199	0.00063
60	19.90	2	100	26	33	34	6.20E+03	99.9905%	4.023	0.00009



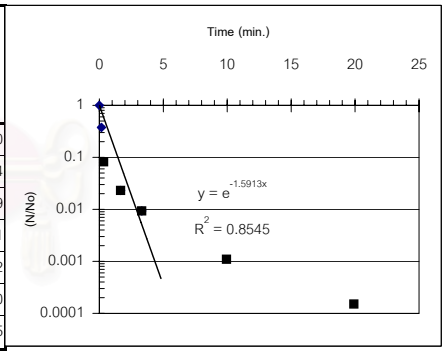
ชุดการทดลองที่ 114 น้ำดิบ+ความขุ่น 10.0 mg/l + Tanic acid 1.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	31	34	39	6.93E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	98	94	97	1.93E+07	72.21%	0.556	0.27788
1	0.33	5	100,000	25	25	25	5.00E+06	92.79%	1.142	0.07212
5	1.66	4	10,000	66	67	69	1.35E+06	98.06%	1.712	0.01942
10	3.32	4	10,000	24	28	22	4.93E+05	99.29%	2.148	0.00712
30	9.95	3	1,000	24	27	25	5.07E+04	99.927%	3.136	0.00073
60	19.90	2	100	33	33	28	6.27E+03	99.9910%	4.044	0.00009



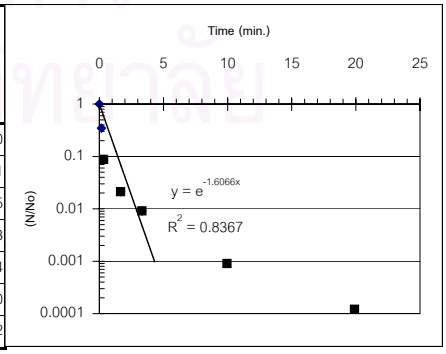
ชุดการทดลองที่ 115 น้ำดิบ+ความขุ่น 10.0 mg/l + Tanic acid 3.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	23	23	27	4.87E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	92	90	92	1.83E+07	62.47%	0.426	0.37534
1	0.33	5	100,000	18	19	23	4.00E+06	91.78%	1.085	0.08219
5	1.66	4	10,000	58	54	56	1.12E+06	97.70%	1.638	0.02301
10	3.32	4	10,000	21	27	20	4.53E+05	99.07%	2.031	0.00932
30	9.95	3	1,000	23	28	29	5.33E+04	99.890%	2.960	0.00110
60	19.90	2	100	34	38	38	7.33E+03	99.9849%	3.822	0.00015



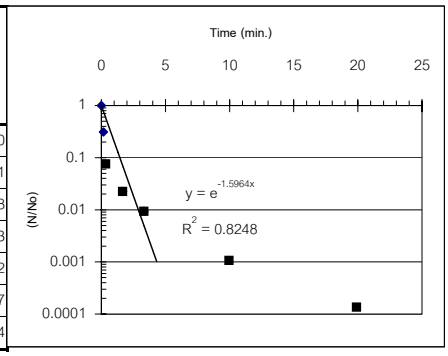
ชุดการทดลองที่ 116 น้ำดิบ+ความขุ่น 10.0 mg/l + Tanic acid 3.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	28	24	29	5.40E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	94	92	95	1.87E+07	65.31%	0.460	0.34691
1	0.33	5	100,000	20	25	26	4.73E+06	91.23%	1.057	0.08765
5	1.66	4	10,000	55	59	58	1.15E+06	97.88%	1.673	0.02123
10	3.32	4	10,000	22	23	29	4.93E+05	99.09%	2.039	0.00914
30	9.95	3	1,000	20	28	25	4.87E+04	99.910%	3.045	0.00090
60	19.90	2	100	30	34	34	6.53E+03	99.9879%	3.917	0.00012



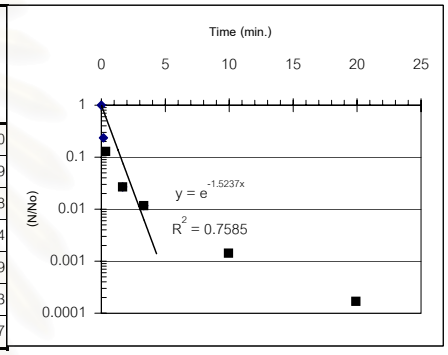
ชุดการทดลองที่ 117 น้ำดิบ+ความขุ่น 10.0 mg/l + Tanic acid 3.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัส	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	26	20	28	4.93E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	74	77	79	1.53E+07	68.92%	0.508	0.31081
1	0.33	5	100,000	19	21	16	3.73E+06	92.43%	1.121	0.07568
5	1.66	4	10,000	54	53	59	1.11E+06	97.76%	1.649	0.02243
10	3.32	4	10,000	22	26	21	4.60E+05	99.07%	2.030	0.00932
30	9.95	3	1,000	22	28	29	5.27E+04	99.893%	2.972	0.00107
60	19.90	2	100	31	37	32	6.67E+03	99.9865%	3.869	0.00014



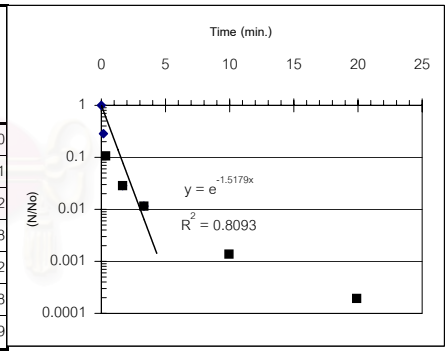
ชุดการทดลองที่ 118 น้ำดิบ+ความขุ่น 10.0 mg/l + Tanic acid 5.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัส	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	48	40	48	9.07E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	6	1,000,000	11	11	10	2.13E+07	76.47%	0.628	0.23529
1	0.33	5	100,000	56	57	62	1.17E+07	87.13%	0.891	0.12868
5	1.66	4	10,000	122	122	121	2.43E+06	97.32%	1.571	0.02684
10	3.32	4	10,000	51	53	55	1.06E+06	98.83%	1.932	0.01169
30	9.95	3	1,000	65	67	62	1.29E+05	99.857%	2.846	0.00143
60	19.90	3	1,000	8	8	7	1.53E+04	99.9831%	3.772	0.00017



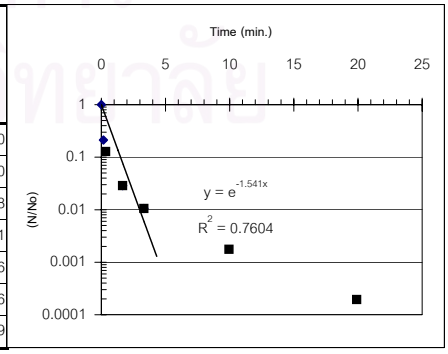
ชุดการทดลองที่ 119 น้ำดิบ+ความขุ่น 10.0 mg/l + Tanic acid 5.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัส	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	41	49	42	8.80E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	129	128	120	2.51E+07	71.44%	0.544	0.28561
1	0.33	5	100,000	48	45	48	9.40E+06	89.32%	0.971	0.10682
5	1.66	4	10,000	124	125	127	2.51E+06	97.15%	1.545	0.02848
10	3.32	4	10,000	51	51	50	1.01E+06	98.85%	1.939	0.01152
30	9.95	3	1,000	60	61	61	1.21E+05	99.862%	2.861	0.00138
60	19.90	2	100	84	85	87	1.71E+04	99.9806%	3.712	0.00019



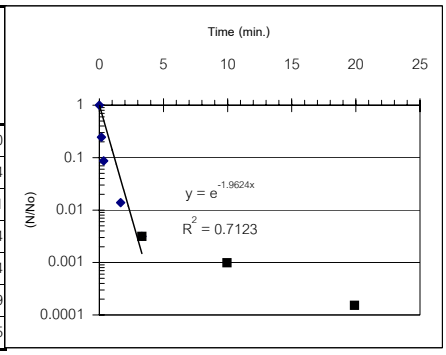
ชุดการทดลองที่ 120 น้ำดิบ+ความขุ่น 10.0 mg/l + Tanic acid 5.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัส	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	46	40	40	8.40E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	88	88	91	1.78E+07	78.81%	0.674	0.21190
1	0.33	5	100,000	51	52	58	1.07E+07	87.22%	0.894	0.12778
5	1.66	4	10,000	121	120	122	2.42E+06	97.12%	1.540	0.02881
10	3.32	4	10,000	44	45	44	8.87E+05	98.94%	1.977	0.01056
30	9.95	3	1,000	78	70	74	1.48E+05	99.824%	2.754	0.00176
60	19.90	2	100	81	82	82	1.63E+04	99.9806%	3.711	0.00019



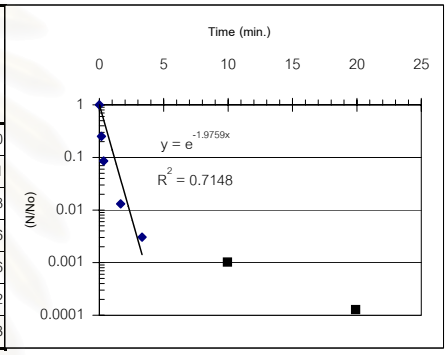
ชุดการทดลองที่ 121 น้ำดิบ+ความขุ่น 20.0 mg/l + Tanic acid 0.5 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก			จำนวน	ประสิทธิภาพ		Survival
(นาที)	(นาที)	10^n		ที่นับได้ในplateที่			ไวรัส	ในการกำจัดโคลิฟาจ		ratio
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	41	36	35	7.47E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	91	91	92	1.83E+07	75.54%	0.611	0.24464
1	0.33	5	100,000	31	32	34	6.47E+06	91.34%	1.062	0.08661
5	1.66	4	10,000	54	51	50	1.03E+06	98.62%	1.859	0.01384
10	3.32	3	1,000	117	116	119	2.35E+05	99.69%	2.503	0.00314
30	9.95	3	1,000	38	38	35	7.40E+04	99.901%	3.004	0.00099
60	19.90	2	100	56	58	57	1.14E+04	99.9847%	3.816	0.00015



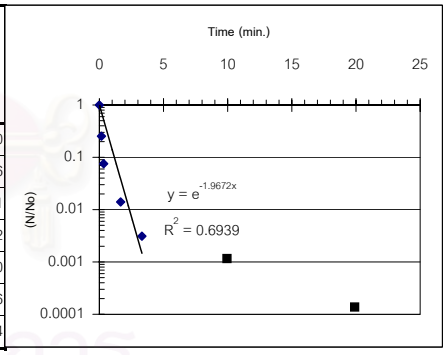
ชุดการทดลองที่ 122 น้ำดิบ+ความขุ่น 20.0 mg/l + Tanic acid 0.5 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก			จำนวน	ประสิทธิภาพ		Survival
(นาที)	(นาที)	10^n		ที่นับได้ในplateที่			ไวรัส	ในการกำจัดโคลิฟาจ		ratio
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	40	44	40	8.27E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	102	102	108	2.08E+07	74.84%	0.599	0.25161
1	0.33	5	100,000	35	35	36	7.07E+06	91.45%	1.068	0.08548
5	1.66	4	10,000	58	53	51	1.08E+06	98.69%	1.884	0.01306
10	3.32	3	1,000	127	125	127	2.53E+05	99.69%	2.515	0.00306
30	9.95	3	1,000	42	42	43	8.47E+04	99.898%	2.990	0.00102
60	19.90	2	100	59	50	50	1.06E+04	99.9872%	3.892	0.00013



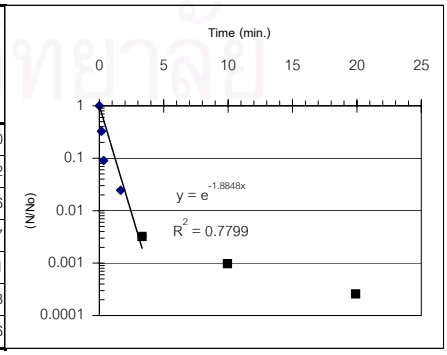
ชุดการทดลองที่ 123 น้ำดิบ+ความขุ่น 20.0 mg/l + Tanic acid 0.5 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก			จำนวน	ประสิทธิภาพ		Survival
(นาที)	(นาที)	10^n		ที่นับได้ในplateที่			ไวรัส	ในการกำจัดโคลิฟาจ		ratio
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	42	38	42	8.13E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	101	103	104	2.05E+07	74.75%	0.598	0.25246
1	0.33	5	100,000	27	31	34	6.13E+06	92.46%	1.123	0.07541
5	1.66	4	10,000	59	53	59	1.14E+06	98.60%	1.853	0.01402
10	3.32	3	1,000	127	126	125	2.52E+05	99.69%	2.509	0.00310
30	9.95	3	1,000	48	47	46	9.40E+04	99.884%	2.937	0.00116
60	19.90	2	100	58	57	52	1.11E+04	99.9863%	3.864	0.00014



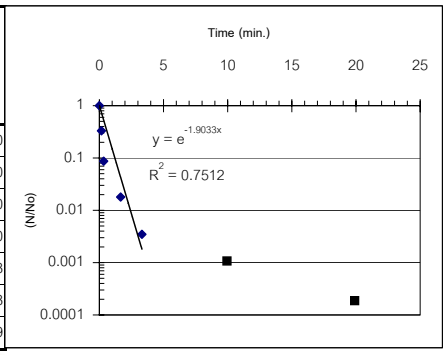
ชุดการทดลองที่ 124 น้ำดิบ+ความขุ่น 20.0 mg/l + Tanic acid 1 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก			จำนวน	ประสิทธิภาพ		Survival
(นาที)	(นาที)	10^n		ที่นับได้ในplateที่			ไวรัส	ในการกำจัดโคลิฟาจ		ratio
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	10	12	16	2.53E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	41	41	42	8.27E+06	67.37%	0.486	0.32632
1	0.33	4	10,000	115	111	117	2.29E+06	90.97%	1.044	0.09026
5	1.66	4	10,000	33	30	30	6.20E+05	97.55%	1.611	0.02447
10	3.32	3	1,000	41	39	42	8.13E+04	99.68%	2.493	0.00321
30	9.95	2	100	120	127	124	2.47E+04	99.902%	3.010	0.00098
60	19.90	2	100	31	31	36	6.53E+03	99.9742%	3.589	0.00026



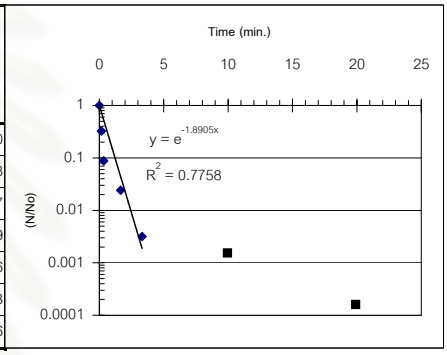
ชุดการทดลองที่ 125 น้ำดิบ+ความขุ่น 20.0 mg/l + Tanic acid 1.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก			จำนวน	ประสิทธิภาพ		Survival
(นาที)	(นาที)	10^n		ที่นับได้ในplateที่			ไวรัส	ในการกำจัดโคลิฟาจ		ratio
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	12	11	17	2.67E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	44	43	45	8.80E+06	67.00%	0.481	0.33000
1	0.33	4	10,000	118	115	115	2.32E+06	91.30%	1.060	0.08700
5	1.66	4	10,000	24	25	23	4.80E+05	98.20%	1.745	0.01800
10	3.32	3	1,000	49	46	44	9.27E+04	99.65%	2.459	0.00348
30	9.95	3	1,000	19	12	12	2.87E+04	99.893%	2.969	0.00108
60	19.90	2	100	22	28	25	5.00E+03	99.9813%	3.727	0.00019



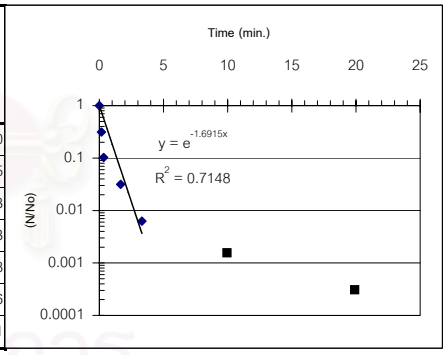
ชุดการทดลองที่ 126 น้ำดิบ+ความขุ่น 20.0 mg/l + Tanic acid 1.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก			จำนวน	ประสิทธิภาพ		Survival
(นาที)	(นาที)	10^n		ที่นับได้ในplateที่			ไวรัส	ในการกำจัดโคลิฟาจ		ratio
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	13	16	14	2.87E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	49	44	47	9.33E+06	67.44%	0.487	0.32558
1	0.33	4	10,000	126	125	126	2.51E+06	91.23%	1.057	0.08767
5	1.66	4	10,000	33	38	33	6.93E+05	97.58%	1.616	0.02419
10	3.32	3	1,000	47	43	46	9.07E+04	99.68%	2.500	0.00316
30	9.95	3	1,000	24	21	21	4.40E+04	99.847%	2.814	0.00153
60	19.90	2	100	22	25	22	4.60E+03	99.9840%	3.795	0.00016



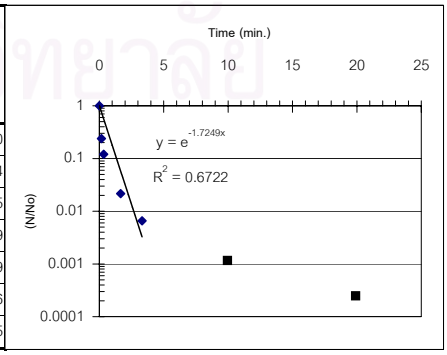
ชุดการทดลองที่ 127 น้ำดิบ+ความขุ่น 20.0 mg/l + Tanic acid 3.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก			จำนวน	ประสิทธิภาพ		Survival
(นาที)	(นาที)	10^n		ที่นับได้ในplateที่			ไวรัส	ในการกำจัดโคลิฟาจ		ratio
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	19	10	14	2.87E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	44	48	43	9.00E+06	68.60%	0.503	0.31395
1	0.33	5	100,000	14	15	15	2.93E+06	89.77%	0.990	0.10233
5	1.66	4	10,000	45	43	48	9.07E+05	96.84%	1.500	0.03163
10	3.32	4	10,000	7	6	14	1.80E+05	99.37%	2.202	0.00628
30	9.95	3	1,000	22	21	24	4.47E+04	99.844%	2.807	0.00156
60	19.90	2	100	43	47	42	8.80E+03	99.9693%	3.513	0.00031



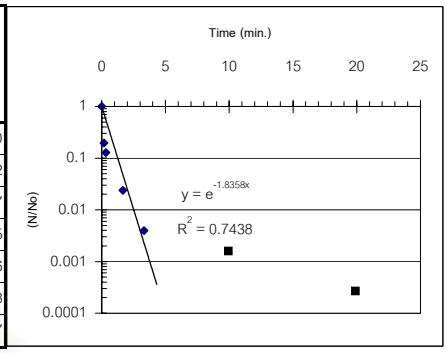
ชุดการทดลองที่ 128 น้ำดิบ+ความขุ่น 20.0 mg/l + Tanic acid 3.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก			จำนวน	ประสิทธิภาพ		Survival
(นาที)	(นาที)	10^n		ที่นับได้ในplateที่			ไวรัส	ในการกำจัดโคลิฟาจ		ratio
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	12	17	15	2.93E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	36	34	35	7.00E+06	76.14%	0.622	0.23864
1	0.33	5	100,000	18	18	17	3.53E+06	87.95%	0.919	0.12045
5	1.66	4	10,000	30	31	34	6.33E+05	97.84%	1.666	0.02159
10	3.32	4	10,000	8	10	11	1.93E+05	99.34%	2.181	0.00659
30	9.95	3	1,000	13	19	19	3.40E+04	99.884%	2.936	0.00116
60	19.90	2	100	32	38	39	7.27E+03	99.9752%	3.606	0.00025



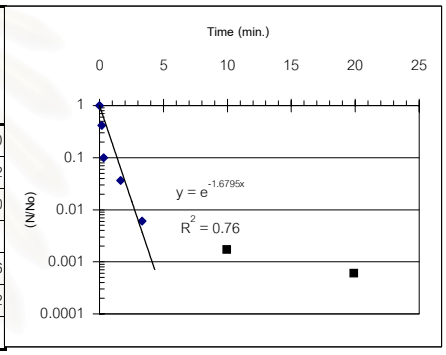
ชุดการทดลองที่ 129 น้ำดิบ+ความขุ่น 20.0 mg/l + Tanic acid 3.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก ที่นับได้ในplateที่			จำนวน ไวรัส	ประสิทธิภาพ ในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	12	19	17	3.20E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	32	32	31	6.33E+06	80.21%	0.704	0.19792
1	0.33	5	100,000	19	20	23	4.13E+06	87.08%	0.889	0.12917
5	1.66	4	10,000	40	35	39	7.60E+05	97.63%	1.624	0.02375
10	3.32	4	10,000	7	5	7	1.27E+05	99.60%	2.402	0.00396
30	9.95	3	1,000	29	24	23	5.07E+04	99.842%	2.800	0.00158
60	19.90	2	100	40	48	40	8.53E+03	99.9733%	3.574	0.00027



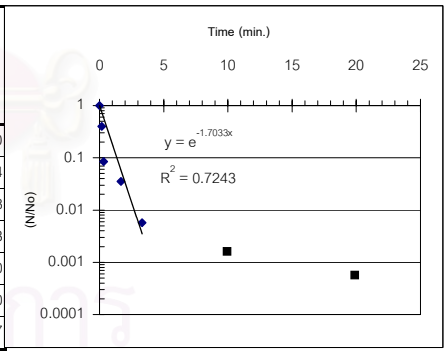
ชุดการทดลองที่ 130 น้ำดิบ+ความขุ่น 20.0 mg/l + Tanic acid 5.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก ที่นับได้ในplateที่			จำนวน ไวรัส	ประสิทธิภาพ ในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	41	45	41	8.47E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	6	1,000,000	17	18	18	3.53E+07	58.27%	0.380	0.41732
1	0.33	5	100,000	41	43	43	8.47E+06	90.00%	1.000	0.10000
5	1.66	4	10,000	158	157	150	3.10E+06	96.34%	1.436	0.03661
10	3.32	4	10,000	26	22	29	5.13E+05	99.39%	2.217	0.00606
30	9.95	3	1,000	76	72	71	1.46E+05	99.828%	2.763	0.00172
60	19.90	3	1,000	25	24	28	5.13E+04	99.9394%	3.217	0.00061



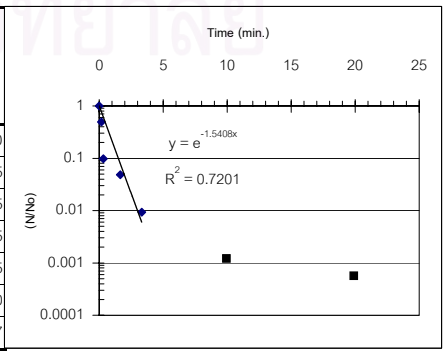
ชุดการทดลองที่ 131 น้ำดิบ+ความขุ่น 20.0 mg/l + Tanic acid 5.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก ที่นับได้ในplateที่			จำนวน ไวรัส	ประสิทธิภาพ ในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	41	43	44	8.53E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	6	1,000,000	18	17	16	3.40E+07	60.16%	0.400	0.39844
1	0.33	5	100,000	35	37	36	7.20E+06	91.56%	1.074	0.08438
5	1.66	4	10,000	152	151	148	3.01E+06	96.48%	1.453	0.03523
10	3.32	4	10,000	27	23	23	4.87E+05	99.43%	2.244	0.00570
30	9.95	3	1,000	69	68	68	1.37E+05	99.840%	2.795	0.00160
60	19.90	3	1,000	22	24	27	4.87E+04	99.9430%	3.244	0.00057



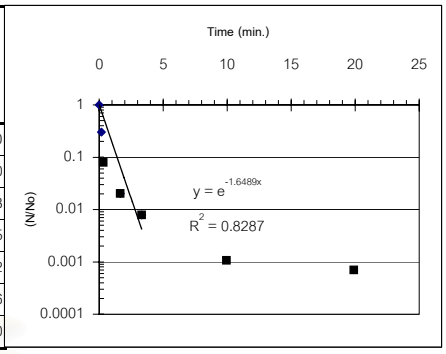
ชุดการทดลองที่ 132 น้ำดิบ+ความขุ่น 20.0 mg/l + Tanic acid 5.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก ที่นับได้ในplateที่			จำนวน ไวรัส	ประสิทธิภาพ ในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	49	48	41	9.20E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	6	1,000,000	21	22	25	4.53E+07	50.72%	0.307	0.49275
1	0.33	5	100,000	42	48	46	9.07E+06	90.14%	1.006	0.09855
5	1.66	5	100,000	21	24	22	4.47E+06	95.14%	1.314	0.04855
10	3.32	4	10,000	42	46	41	8.60E+05	99.07%	2.029	0.00935
30	9.95	3	1,000	58	56	52	1.11E+05	99.880%	2.920	0.00120
60	19.90	3	1,000	28	23	27	5.20E+04	99.9435%	3.248	0.00057



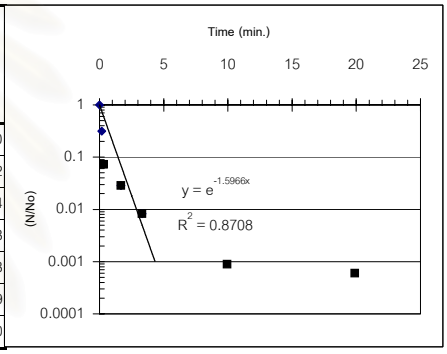
ชุดการทดลองที่ 133 น้ำดิบ+ความขุ่น 30.0 mg/l + Tanic acid 0.5 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก			จำนวน	ประสิทธิภาพ		Survival
(นาที)	(นาที)	10^n		ที่นับได้ในplateที่			ไวรัส	ในการกำจัดโคลิฟาจ		ratio
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	20	24	21	4.33E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	68	65	62	1.30E+07	70.00%	0.523	0.30000
1	0.33	4	10,000	171	172	172	3.43E+06	92.08%	1.101	0.07923
5	1.66	4	10,000	45	43	43	8.73E+05	97.98%	1.696	0.02015
10	3.32	3	1,000	172	172	171	3.43E+05	99.21%	2.101	0.00792
30	9.95	3	1,000	24	23	22	4.60E+04	99.894%	2.974	0.00106
60	19.90	2	100	153	150	150	3.02E+04	99.9303%	3.157	0.00070



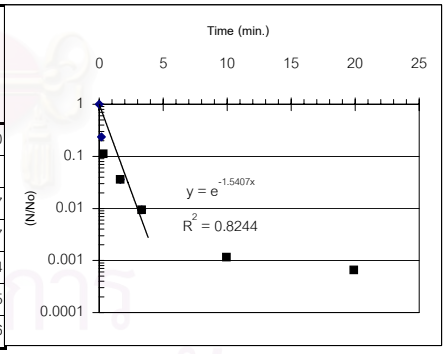
ชุดการทดลองที่ 134 น้ำดิบ+ความขุ่น 30.0 mg/l + Tanic acid 0.5 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก			จำนวน	ประสิทธิภาพ		Survival
(นาที)	(นาที)	10^n		ที่นับได้ในplateที่			ไวรัส	ในการกำจัดโคลิฟาจ		ratio
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	26	25	28	5.27E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	84	81	83	1.65E+07	68.61%	0.503	0.31392
1	0.33	4	10,000	194	191	192	3.85E+06	92.70%	1.136	0.07304
5	1.66	4	10,000	77	78	72	1.51E+06	97.13%	1.542	0.02873
10	3.32	4	10,000	22	22	21	4.33E+05	99.18%	2.085	0.00823
30	9.95	3	1,000	25	23	22	4.67E+04	99.911%	3.053	0.00089
60	19.90	2	100	155	159	159	3.15E+04	99.9401%	3.223	0.00060



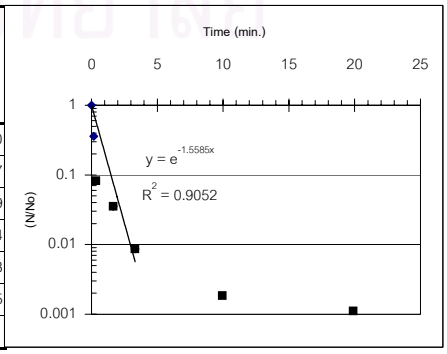
ชุดการทดลองที่ 135 น้ำดิบ+ความขุ่น 30.0 mg/l + Tanic acid 0.5 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก			จำนวน	ประสิทธิภาพ		Survival
(นาที)	(นาที)	10^n		ที่นับได้ในplateที่			ไวรัส	ในการกำจัดโคลิฟาจ		ratio
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	21	27	23	4.73E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	58	54	55	1.11E+07	76.48%	0.629	0.23521
1	0.33	5	100,000	26	25	28	5.27E+06	88.87%	0.954	0.11127
5	1.66	4	10,000	82	85	87	1.69E+06	96.42%	1.446	0.03577
10	3.32	4	10,000	24	22	21	4.47E+05	99.06%	2.025	0.00944
30	9.95	3	1,000	28	25	29	5.47E+04	99.885%	2.937	0.00115
60	19.90	2	100	154	156	158	3.12E+04	99.9341%	3.181	0.00066



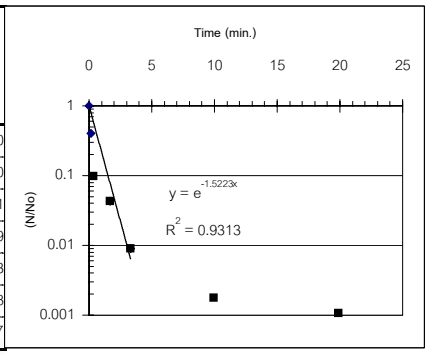
ชุดการทดลองที่ 136 น้ำดิบ+ความขุ่น 30.0 mg/l + Tanic acid 1 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก			จำนวน	ประสิทธิภาพ		Survival
(นาที)	(นาที)	10^n		ที่นับได้ในplateที่			ไวรัส	ในการกำจัดโคลิฟาจ		ratio
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	28	25	20	4.87E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	88	87	88	1.75E+07	63.97%	0.443	0.36027
1	0.33	5	100,000	20	20	20	4.00E+06	91.78%	1.085	0.08219
5	1.66	4	10,000	84	86	88	1.72E+06	96.47%	1.452	0.03534
10	3.32	4	10,000	21	21	21	4.20E+05	99.14%	2.064	0.00863
30	9.95	3	1,000	44	46	45	9.00E+04	99.815%	2.733	0.00185
60	19.90	3	1,000	26	28	27	5.40E+04	99.8890%	2.955	0.00111



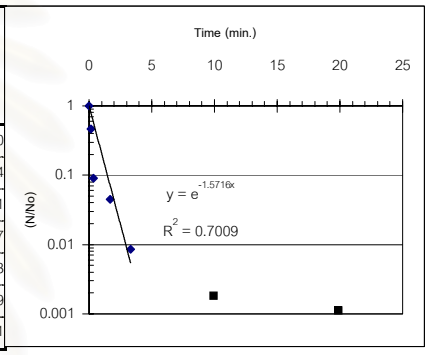
ชุดการทดลองที่ 137 น้ำดิบ+ความขุ่น 30.0 mg/l + Tanic acid 1 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก			จำนวน	ประสิทธิภาพ		Survival
(นาที)	(นาที)	10^n		ที่นับได้ในplateที่			ไวรัส	ในการกำจัดโคลิฟาจ		ratio
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	27	20	25	4.80E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	99	97	92	1.92E+07	60.00%	0.398	0.40000
1	0.33	5	100,000	25	25	21	4.73E+06	90.14%	1.006	0.09861
5	1.66	4	10,000	103	104	104	2.07E+06	95.68%	1.365	0.04319
10	3.32	4	10,000	22	22	21	4.33E+05	99.10%	2.044	0.00903
30	9.95	3	1,000	41	43	44	8.53E+04	99.822%	2.750	0.00178
60	19.90	3	1,000	26	24	27	5.13E+04	99.8931%	2.971	0.00107



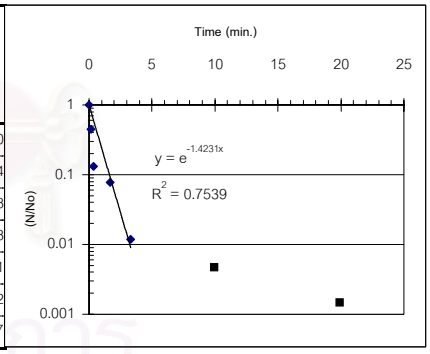
ชุดการทดลองที่ 138 น้ำดิบ+ความขุ่น 30.0 mg/l + Tanic acid 1 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก			จำนวน	ประสิทธิภาพ		Survival
(นาที)	(นาที)	10^n		ที่นับได้ในplateที่			ไวรัส	ในการกำจัดโคลิฟาจ		ratio
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	22	23	28	4.87E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	112	115	110	2.25E+07	53.84%	0.336	0.46164
1	0.33	5	100,000	21	21	24	4.40E+06	90.96%	1.044	0.09041
5	1.66	4	10,000	110	110	109	2.19E+06	95.49%	1.346	0.04507
10	3.32	4	10,000	20	22	21	4.20E+05	99.14%	2.064	0.00863
30	9.95	3	1,000	42	45	44	8.73E+04	99.821%	2.746	0.00179
60	19.90	3	1,000	27	26	28	5.40E+04	99.8890%	2.955	0.00111



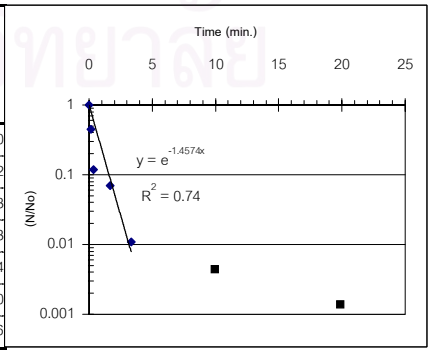
ชุดการทดลองที่ 139 น้ำดิบ+ความขุ่น 30.0 mg/l + Tanic acid 3 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก			จำนวน	ประสิทธิภาพ		Survival
(นาที)	(นาที)	10^n		ที่นับได้ในplateที่			ไวรัส	ในการกำจัดโคลิฟาจ		ratio
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	70	71	75	1.44E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	33	33	30	6.40E+06	55.56%	0.352	0.44444
1	0.33	4	10,000	93	93	98	1.89E+06	86.85%	0.881	0.13148
5	1.66	4	10,000	54	59	55	1.12E+06	92.22%	1.109	0.07778
10	3.32	3	1,000	85	84	86	1.70E+05	98.82%	1.928	0.01181
30	9.95	3	1,000	36	31	35	6.80E+04	99.528%	2.326	0.00472
60	19.90	2	100	108	101	109	2.12E+04	99.8528%	2.832	0.00147



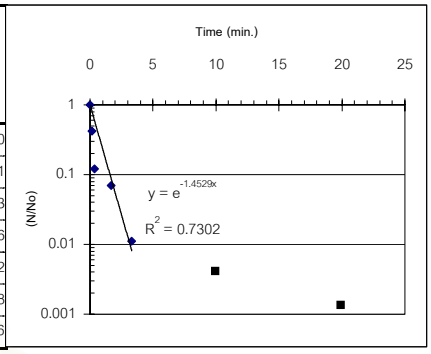
ชุดการทดลองที่ 140 น้ำดิบ+ความขุ่น 30.0 mg/l + Tanic acid 3.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก			จำนวน	ประสิทธิภาพ		Survival
(นาที)	(นาที)	10^n		ที่นับได้ในplateที่			ไวรัส	ในการกำจัดโคลิฟาจ		ratio
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	77	78	79	1.56E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	37	36	32	7.00E+06	55.13%	0.348	0.44872
1	0.33	4	10,000	92	92	95	1.86E+06	88.08%	0.924	0.11923
5	1.66	4	10,000	55	52	55	1.08E+06	93.08%	1.160	0.06923
10	3.32	3	1,000	81	88	87	1.71E+05	98.91%	1.961	0.01094
30	9.95	3	1,000	34	33	36	6.87E+04	99.560%	2.356	0.00440
60	19.90	2	100	106	104	108	2.12E+04	99.8641%	2.867	0.00136



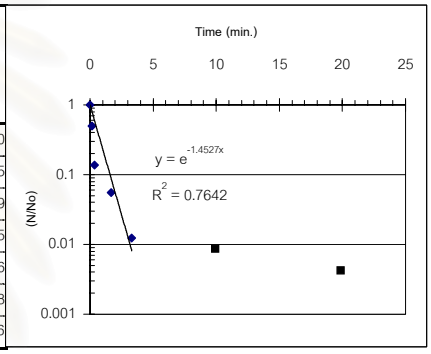
ชุดการทดลองที่ 141 น้ำดิบ+ความขุ่น 30.0 mg/l + Tanic acid 3.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก			จำนวน	ประสิทธิภาพ		Survival
(นาที)	(นาที)	10^n		ที่นับได้ในplateที่			ไวรัส	ในการกำจัดโคลิฟาจ		ratio
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	78	77	78	1.55E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	32	30	35	6.47E+06	58.37%	0.381	0.41631
1	0.33	4	10,000	95	90	97	1.88E+06	87.90%	0.917	0.12103
5	1.66	4	10,000	54	50	59	1.09E+06	93.00%	1.155	0.06996
10	3.32	3	1,000	88	89	82	1.73E+05	98.89%	1.954	0.01112
30	9.95	3	1,000	33	31	31	6.33E+04	99.592%	2.390	0.00408
60	19.90	2	100	107	107	102	2.11E+04	99.8644%	2.868	0.00136



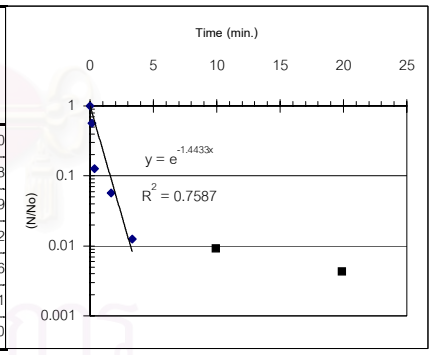
ชุดการทดลองที่ 142 น้ำดิบ+ความขุ่น 30.0 mg/l + Tanic acid 5.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก			จำนวน	ประสิทธิภาพ		Survival
(นาที)	(นาที)	10^n		ที่นับได้ในplateที่			ไวรัส	ในการกำจัดโคลิฟาจ		ratio
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	89	83	85	1.71E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	47	40	42	8.60E+06	49.81%	0.299	0.50195
1	0.33	5	100,000	11	12	12	2.33E+06	86.38%	0.866	0.13619
5	1.66	4	10,000	48	49	45	9.47E+05	94.47%	1.258	0.05525
10	3.32	3	1,000	103	103	109	2.10E+05	98.77%	1.912	0.01226
30	9.95	3	1,000	76	75	72	1.49E+05	99.132%	2.062	0.00868
60	19.90	3	1,000	33	35	39	7.13E+04	99.5837%	2.381	0.00416



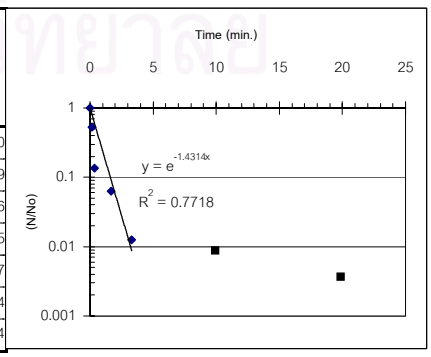
ชุดการทดลองที่ 143 น้ำดิบ+ความขุ่น 30.0 mg/l + Tanic acid 5.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก			จำนวน	ประสิทธิภาพ		Survival
(นาที)	(นาที)	10^n		ที่นับได้ในplateที่			ไวรัส	ในการกำจัดโคลิฟาจ		ratio
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	81	81	80	1.61E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	48	43	45	9.07E+06	43.80%	0.250	0.56198
1	0.33	4	10,000	105	104	100	2.06E+06	87.23%	0.894	0.12769
5	1.66	4	10,000	48	49	41	9.20E+05	94.30%	1.244	0.05702
10	3.32	3	1,000	101	101	102	2.03E+05	98.74%	1.901	0.01256
30	9.95	3	1,000	75	78	70	1.49E+05	99.079%	2.036	0.00921
60	19.90	3	1,000	30	37	37	6.93E+04	99.5702%	2.367	0.00430



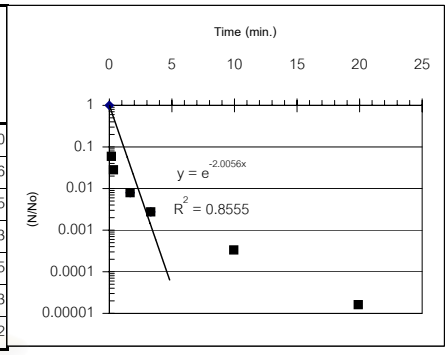
ชุดการทดลองที่ 144 น้ำดิบ+ความขุ่น 30.0 mg/l + Tanic acid 5.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก			จำนวน	ประสิทธิภาพ		Survival
(นาที)	(นาที)	10^n		ที่นับได้ในplateที่			ไวรัส	ในการกำจัดโคลิฟาจ		ratio
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	87	82	84	1.69E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	44	46	43	8.87E+06	47.43%	0.279	0.52569
1	0.33	4	10,000	117	115	114	2.31E+06	86.32%	0.864	0.13676
5	1.66	4	10,000	56	50	52	1.05E+06	93.75%	1.204	0.06245
10	3.32	3	1,000	105	108	105	2.12E+05	98.74%	1.901	0.01257
30	9.95	3	1,000	70	72	79	1.47E+05	99.126%	2.059	0.00874
60	19.90	3	1,000	31	30	31	6.13E+04	99.6364%	2.439	0.00364



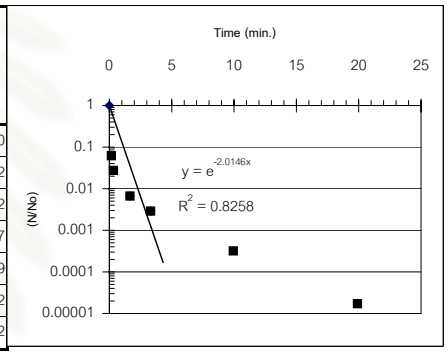
ชุดการทดลองที่ 145 น้ำดิบ+ความขุ่น 5.0 mg/l + Lignin 0.5 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	48	47	40	9.00E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	25	26	29	5.33E+06	94.07%	1.227	0.05926
1	0.33	5	100,000	12	12	14	2.53E+06	97.19%	1.551	0.02815
5	1.66	4	10,000	38	35	34	7.13E+05	99.21%	2.101	0.00793
10	3.32	3	1,000	122	123	126	2.47E+05	99.73%	2.561	0.00275
30	9.95	3	1,000	17	15	13	3.00E+04	99.967%	3.477	0.00033
60	19.90	1	10	70	73	74	1.45E+03	99.9984%	4.794	0.00002



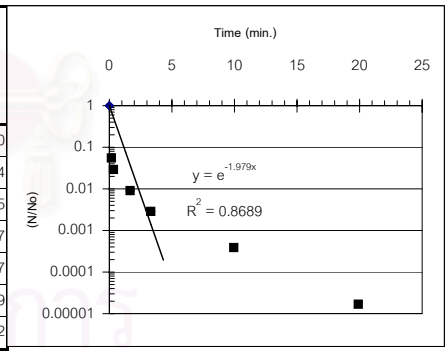
ชุดการทดลองที่ 146 น้ำดิบ+ความขุ่น 5.0 mg/l + Lignin 0.5 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	43	48	41	8.80E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	28	25	29	5.47E+06	93.79%	1.207	0.06212
1	0.33	4	10,000	121	121	120	2.41E+06	97.26%	1.562	0.02742
5	1.66	4	10,000	28	29	31	5.87E+05	99.33%	2.176	0.00667
10	3.32	3	1,000	124	128	129	2.54E+05	99.71%	2.540	0.00289
30	9.95	3	1,000	11	19	12	2.80E+04	99.968%	3.497	0.00032
60	19.90	1	10	71	79	76	1.51E+03	99.9983%	4.766	0.00002



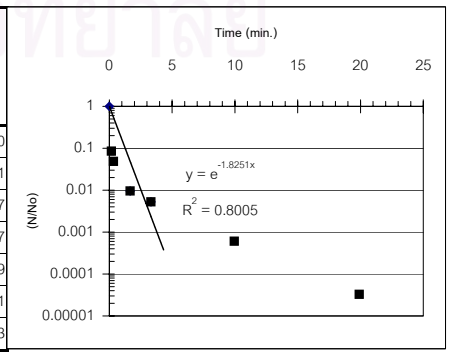
ชุดการทดลองที่ 147 น้ำดิบ+ความขุ่น 5.0 mg/l + Lignin 0.5 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	43	42	44	8.60E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	21	25	25	4.73E+06	94.50%	1.259	0.05504
1	0.33	4	10,000	122	125	129	2.51E+06	97.09%	1.535	0.02915
5	1.66	4	10,000	41	39	37	7.80E+05	99.09%	2.042	0.00907
10	3.32	3	1,000	124	124	122	2.47E+05	99.71%	2.542	0.00287
30	9.95	3	1,000	18	17	15	3.33E+04	99.961%	3.412	0.00039
60	19.90	1	10	72	76	70	1.45E+03	99.9983%	4.772	0.00002



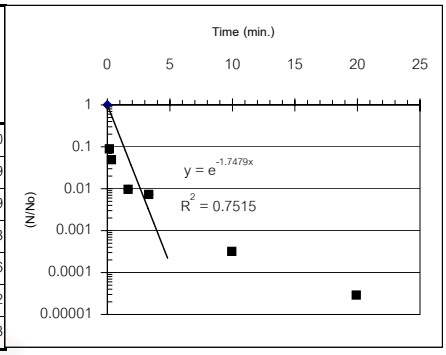
ชุดการทดลองที่ 148 น้ำดิบ+ความขุ่น 5.0 mg/l + Lignin 1.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	42	49	49	9.33E+06	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	4	4	4	8.00E+05	91.43%	1.067	0.08571
1	0.33	4	10,000	21	21	26	4.53E+05	95.14%	1.314	0.04857
5	1.66	3	1,000	45	41	48	8.93E+04	99.04%	2.019	0.00957
10	3.32	3	1,000	25	21	28	4.93E+04	99.47%	2.277	0.00529
30	9.95	2	100	29	28	28	5.67E+03	99.939%	3.217	0.00061
60	19.90	1	10	11	18	17	3.07E+02	99.9967%	4.483	0.00003



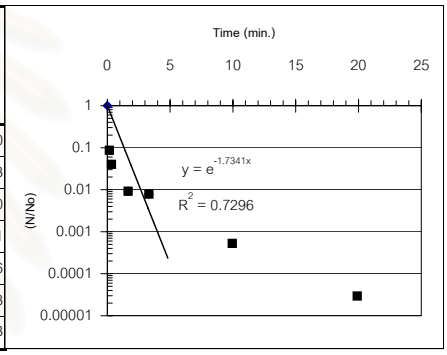
ชุดการทดลองที่ 149 น้ำดิบ+ความขุ่น 5.0 mg/l + Lignin 1.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที) T_{run}	(นาที) T_{exp}	10^n n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	46	45	44	9.00E+06	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	3	4	5	8.00E+05	91.11%	1.051	0.08889
1	0.33	4	10,000	22	23	21	4.40E+05	95.11%	1.311	0.04889
5	1.66	3	1,000	44	46	40	8.67E+04	99.04%	2.016	0.00963
10	3.32	3	1,000	30	35	33	6.53E+04	99.27%	2.139	0.00726
30	9.95	2	100	17	15	11	2.87E+03	99.968%	3.497	0.00032
60	19.90	1	10	11	18	10	2.60E+02	99.9971%	4.539	0.00003



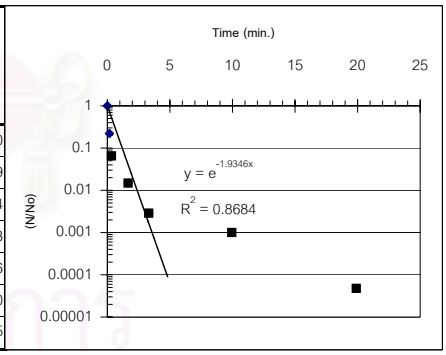
ชุดการทดลองที่ 150 น้ำดิบ+ความขุ่น 5.0 mg/l + Lignin 1.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที) T_{run}	(นาที) T_{exp}	10^n n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	43	49	48	9.33E+06	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	4	10,000	41	40	40	8.07E+05	91.36%	1.063	0.08643
1	0.33	4	10,000	22	21	13	3.73E+05	96.00%	1.398	0.04000
5	1.66	3	1,000	42	45	42	8.60E+04	99.08%	2.036	0.00921
10	3.32	3	1,000	34	37	39	7.33E+04	99.21%	2.105	0.00786
30	9.95	2	100	25	28	21	4.93E+03	99.947%	3.277	0.00053
60	19.90	1	10	13	14	14	2.73E+02	99.9971%	4.533	0.00003



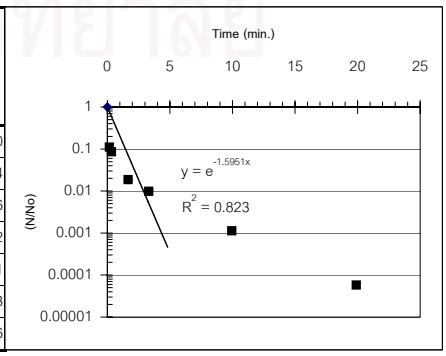
ชุดการทดลองที่ 151 น้ำดิบ+ความขุ่น 5.0 mg/l + Lignin 3 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที) T_{run}	(นาที) T_{exp}	10^n n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	20	23	15	3.87E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	48	39	41	8.53E+06	77.93%	0.656	0.22069
1	0.33	4	10,000	125	126	128	2.53E+06	93.47%	1.185	0.06534
5	1.66	4	10,000	26	29	31	5.73E+05	98.52%	1.829	0.01483
10	3.32	3	1,000	53	53	60	1.11E+05	99.71%	2.543	0.00286
30	9.95	3	1,000	21	21	16	3.87E+04	99.900%	3.000	0.00100
60	19.90	1	10	94	93	89	1.84E+03	99.9952%	4.323	0.00005



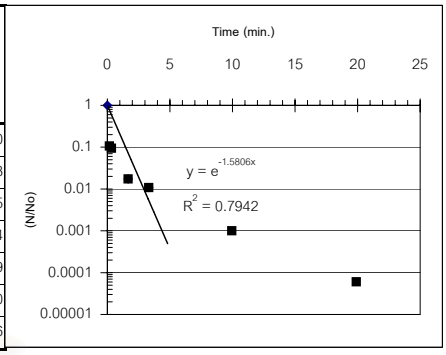
ชุดการทดลองที่ 152 น้ำดิบ+ความขุ่น 5.0 mg/l + Lignin 3 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที) T_{run}	(นาที) T_{exp}	10^n n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	17	14	16	3.13E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	17	17	18	3.47E+06	88.94%	0.956	0.11064
1	0.33	4	10,000	132	138	134	2.69E+06	91.40%	1.066	0.08596
5	1.66	4	10,000	27	30	31	5.87E+05	98.13%	1.728	0.01872
10	3.32	3	1,000	157	150	154	3.07E+05	99.02%	2.008	0.00981
30	9.95	3	1,000	13	20	20	3.53E+04	99.887%	2.948	0.00113
60	19.90	1	10	88	91	93	1.81E+03	99.9942%	4.238	0.00006



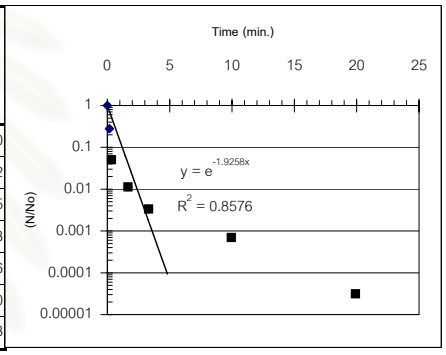
ชุดการทดลองที่ 153 น้ำดิบ+ความขุ่น 5.0 mg/l + Lignin 3 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที) T_{run}	(นาที) T_{exp}	10^n n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	14	17	12	2.87E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	19	17	10	3.07E+06	89.30%	0.971	0.10698
1	0.33	4	10,000	137	137	133	2.71E+06	90.53%	1.024	0.09465
5	1.66	4	10,000	24	28	23	5.00E+05	98.26%	1.758	0.01744
10	3.32	3	1,000	154	158	152	3.09E+05	98.92%	1.967	0.01079
30	9.95	3	1,000	13	16	14	2.87E+04	99.900%	3.000	0.00100
60	19.90	1	10	87	84	88	1.73E+03	99.9940%	4.220	0.00006



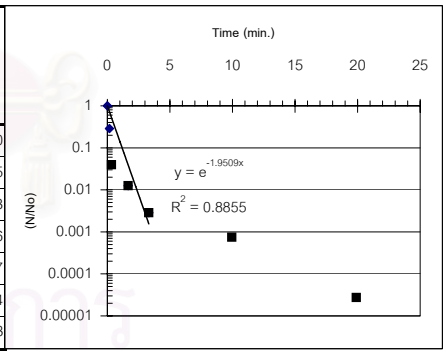
ชุดการทดลองที่ 154 น้ำดิบ+ความขุ่น 10.0 mg/l + Lignin 0.5 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที) T_{run}	(นาที) T_{exp}	10^n n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	47	48	48	9.53E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	6	1,000,000	14	13	13	2.67E+07	72.03%	0.553	0.27972
1	0.33	5	100,000	21	28	23	4.80E+06	94.97%	1.298	0.05035
5	1.66	4	10,000	50	54	58	1.08E+06	98.87%	1.946	0.01133
10	3.32	4	10,000	17	17	14	3.20E+05	99.66%	2.474	0.00336
30	9.95	3	1,000	31	39	30	6.67E+04	99.930%	3.155	0.00070
60	19.90	2	100	16	14	15	3.00E+03	99.9969%	4.502	0.00003



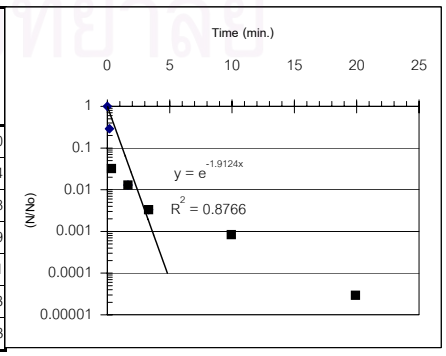
ชุดการทดลองที่ 155 น้ำดิบ+ความขุ่น 10.0 mg/l + Lignin 0.5 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที) T_{run}	(นาที) T_{exp}	10^n n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	41	41	47	8.60E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	126	123	124	2.49E+07	71.09%	0.539	0.28915
1	0.33	5	100,000	19	18	14	3.40E+06	96.05%	1.403	0.03953
5	1.66	4	10,000	55	50	57	1.08E+06	98.74%	1.901	0.01256
10	3.32	4	10,000	15	12	10	2.47E+05	99.71%	2.542	0.00287
30	9.95	3	1,000	30	34	32	6.40E+04	99.926%	3.128	0.00074
60	19.90	1	10	119	119	115	2.35E+03	99.9973%	4.563	0.00003



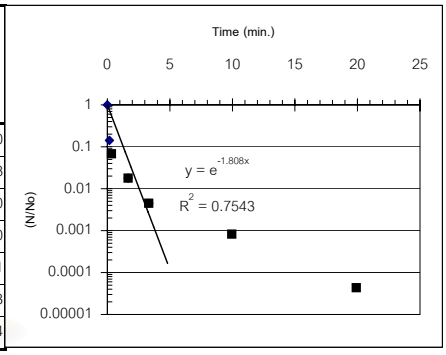
ชุดการทดลองที่ 156 น้ำดิบ+ความขุ่น 10.0 mg/l + Lignin 0.5 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที) T_{run}	(นาที) T_{exp}	10^n n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	45	40	42	8.47E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	121	120	129	2.47E+07	70.87%	0.536	0.29134
1	0.33	5	100,000	13	16	12	2.73E+06	96.77%	1.491	0.03228
5	1.66	4	10,000	55	56	54	1.10E+06	98.70%	1.886	0.01299
10	3.32	4	10,000	15	14	13	2.80E+05	99.67%	2.481	0.00331
30	9.95	3	1,000	33	36	37	7.07E+04	99.917%	3.078	0.00083
60	19.90	1	10	124	125	125	2.49E+03	99.9971%	4.531	0.00003



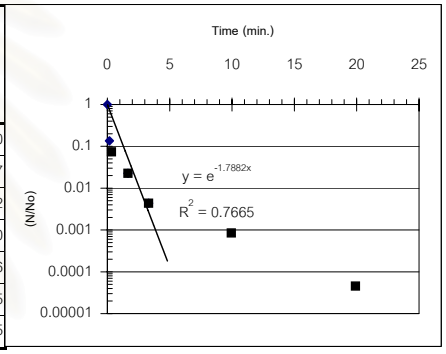
ชุดการทดลองที่ 157 น้ำดิบ+ความขุ่น 10.0 mg/l + Lignin 1.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก ที่นับได้ในplateที่			จำนวน ไวรัส	ประสิทธิภาพ ในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	51	54	57	1.08E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	6	8	9	1.53E+06	85.80%	0.848	0.14198
1	0.33	4	10,000	35	40	35	7.33E+05	93.21%	1.168	0.06790
5	1.66	4	10,000	7	13	9	1.93E+05	98.21%	1.747	0.01790
10	3.32	3	1,000	21	26	26	4.87E+04	99.55%	2.346	0.00451
30	9.95	2	100	49	40	45	8.93E+03	99.917%	3.082	0.00083
60	19.90	1	10	20	27	23	4.67E+02	99.9957%	4.364	0.00004



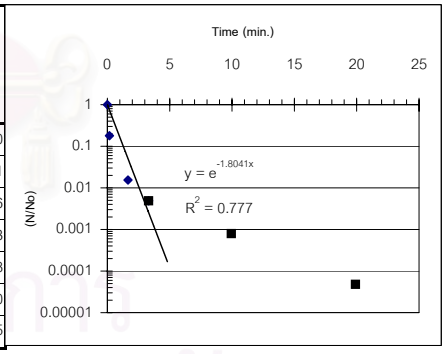
ชุดการทดลองที่ 158 น้ำดิบ+ความขุ่น 10.0 mg/l + Lignin 1.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก ที่นับได้ในplateที่			จำนวน ไวรัส	ประสิทธิภาพ ในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	54	55	54	1.09E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	6	8	8	1.47E+06	86.50%	0.870	0.13497
1	0.33	4	10,000	38	42	40	8.00E+05	92.64%	1.133	0.07362
5	1.66	4	10,000	13	10	14	2.47E+05	97.73%	1.644	0.02270
10	3.32	3	1,000	22	27	22	4.73E+04	99.56%	2.361	0.00436
30	9.95	2	100	48	43	47	9.20E+03	99.915%	3.072	0.00085
60	19.90	1	10	28	22	24	4.93E+02	99.9955%	4.343	0.00005



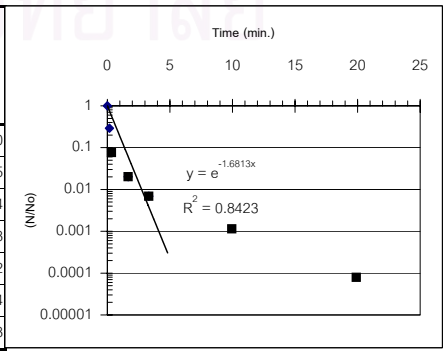
ชุดการทดลองที่ 159 น้ำดิบ+ความขุ่น 10.0 mg/l + Lignin 1.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก ที่นับได้ในplateที่			จำนวน ไวรัส	ประสิทธิภาพ ในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	59	52	51	1.08E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	9	10	10	1.93E+06	82.10%	0.747	0.17901
1	0.33	4	10,000	36	42	41	7.93E+05	92.65%	1.134	0.07346
5	1.66	4	10,000	8	11	6	1.67E+05	98.46%	1.812	0.01543
10	3.32	3	1,000	29	26	24	5.27E+04	99.51%	2.312	0.00488
30	9.95	2	100	42	45	42	8.60E+03	99.920%	3.099	0.00080
60	19.90	1	10	28	22	28	5.20E+02	99.9952%	4.317	0.00005



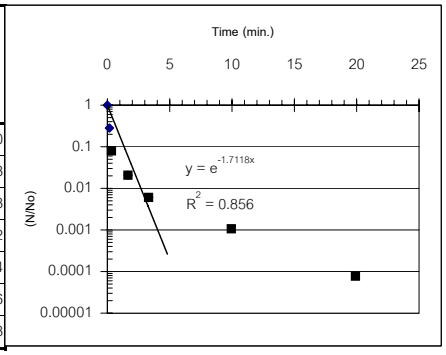
ชุดการทดลองที่ 160 น้ำดิบ+ความขุ่น 10.0 mg/l + Lignin 3.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก ที่นับได้ในplateที่			จำนวน ไวรัส	ประสิทธิภาพ ในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	30	38	39	7.13E+06	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	4	10,000	102	104	105	2.07E+06	70.93%	0.537	0.29065
1	0.33	4	10,000	26	25	31	5.47E+05	92.34%	1.116	0.07664
5	1.66	3	1,000	73	73	71	1.45E+05	97.97%	1.693	0.02028
10	3.32	3	1,000	20	27	27	4.93E+04	99.31%	2.160	0.00692
30	9.95	2	100	43	40	39	8.13E+03	99.886%	2.943	0.00114
60	19.90	1	10	27	30	28	5.67E+02	99.9921%	4.100	0.00008



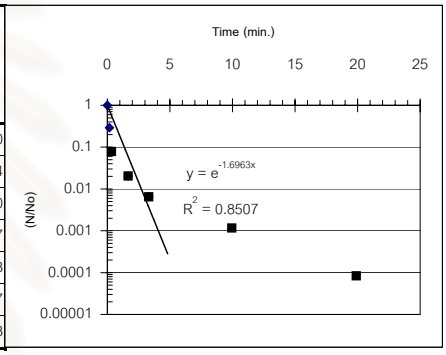
ชุดการทดลองที่ 161 น้ำดิบ+ความขุ่น 10.0 mg/l + Lignin 3.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	37	38	36	7.40E+06	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	4	10,000	101	106	105	2.08E+06	71.89%	0.551	0.28108
1	0.33	4	10,000	29	30	29	5.87E+05	92.07%	1.101	0.07928
5	1.66	3	1,000	74	77	79	1.53E+05	97.93%	1.684	0.02072
10	3.32	3	1,000	21	23	23	4.47E+04	99.40%	2.219	0.00604
30	9.95	2	100	40	41	37	7.87E+03	99.894%	2.973	0.00106
60	19.90	1	10	34	27	25	5.73E+02	99.9923%	4.111	0.00008



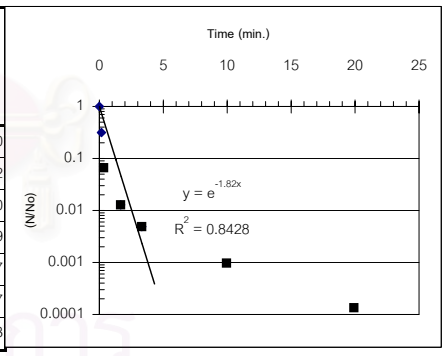
ชุดการทดลองที่ 162 น้ำดิบ+ความขุ่น 10.0 mg/l + Lignin 3.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	32	37	39	7.20E+06	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	4	10,000	106	105	103	2.09E+06	70.93%	0.536	0.29074
1	0.33	4	10,000	25	26	34	5.67E+05	92.13%	1.104	0.07870
5	1.66	3	1,000	70	72	78	1.47E+05	97.96%	1.691	0.02037
10	3.32	3	1,000	21	28	21	4.67E+04	99.35%	2.188	0.00648
30	9.95	2	100	41	44	41	8.40E+03	99.883%	2.933	0.00117
60	19.90	1	10	25	31	34	6.00E+02	99.9917%	4.079	0.00008



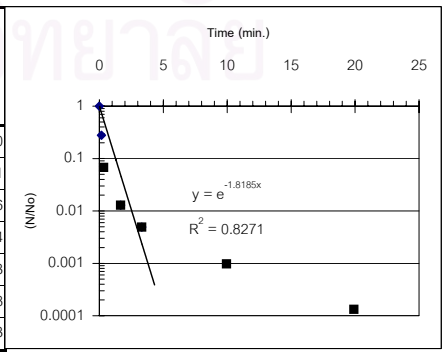
ชุดการทดลองที่ 163 น้ำดิบ+ความขุ่น 20.0 mg/l + Lignin 0.5 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	69	61	67	1.31E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	24	20	18	4.13E+06	68.53%	0.502	0.31472
1	0.33	4	10,000	41	42	48	8.73E+05	93.35%	1.177	0.06650
5	1.66	3	1,000	89	81	82	1.68E+05	98.72%	1.893	0.01279
10	3.32	3	1,000	31	32	33	6.40E+04	99.51%	2.312	0.00487
30	9.95	2	100	62	63	67	1.28E+04	99.903%	3.011	0.00097
60	19.90	1	10	91	88	86	1.77E+03	99.9865%	3.871	0.00013



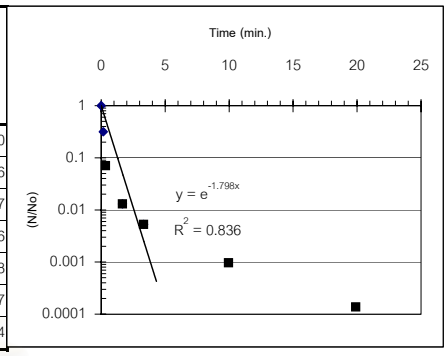
ชุดการทดลองที่ 164 น้ำดิบ+ความขุ่น 20.0 mg/l + Lignin 0.5 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	68	68	65	1.34E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	19	16	21	3.73E+06	72.14%	0.555	0.27861
1	0.33	4	10,000	43	44	49	9.07E+05	93.23%	1.170	0.06766
5	1.66	3	1,000	82	87	89	1.72E+05	98.72%	1.892	0.01284
10	3.32	3	1,000	30	38	31	6.60E+04	99.51%	2.308	0.00493
30	9.95	2	100	67	61	68	1.31E+04	99.902%	3.011	0.00098
60	19.90	1	10	88	91	88	1.78E+03	99.9867%	3.877	0.00013



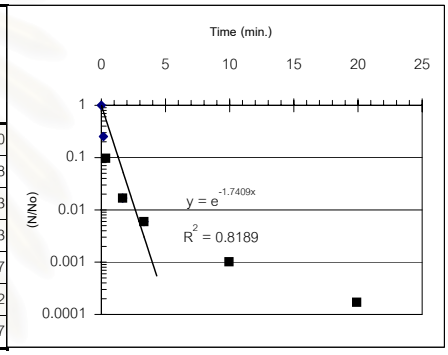
ชุดการทดลองที่ 165 น้ำดิบ+ความขุ่น 20.0 mg/l + Lignin 0.5 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก			จำนวน	ประสิทธิภาพ		Survival
(นาที)	(นาที)	10^n		ที่นับได้ในplateที่			ไวรัส	ในการกำจัดโคลิฟาจ		ratio
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	66	60	67	1.29E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	22	17	22	4.07E+06	68.39%	0.500	0.31606
1	0.33	4	10,000	41	47	48	9.07E+05	92.95%	1.152	0.07047
5	1.66	3	1,000	82	84	86	1.68E+05	98.69%	1.884	0.01306
10	3.32	3	1,000	33	34	35	6.80E+04	99.47%	2.277	0.00528
30	9.95	2	100	60	65	62	1.25E+04	99.903%	3.014	0.00097
60	19.90	1	10	93	85	87	1.77E+03	99.9863%	3.862	0.00014



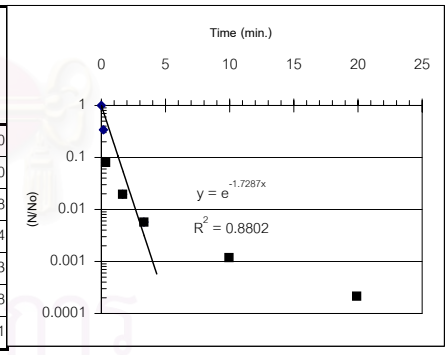
ชุดการทดลองที่ 166 น้ำดิบ+ความขุ่น 20.0 mg/l + Lignin 1.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก			จำนวน	ประสิทธิภาพ		Survival
(นาที)	(นาที)	10^n		ที่นับได้ในplateที่			ไวรัส	ในการกำจัดโคลิฟาจ		ratio
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	19	23	21	4.20E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	52	56	51	1.06E+07	74.76%	0.598	0.25238
1	0.33	5	100,000	20	21	20	4.07E+06	90.32%	1.014	0.09683
5	1.66	4	10,000	35	36	35	7.07E+05	98.32%	1.774	0.01683
10	3.32	3	1,000	126	121	129	2.51E+05	99.40%	2.224	0.00597
30	9.95	3	1,000	22	20	22	4.27E+04	99.898%	2.993	0.00102
60	19.90	2	100	36	36	36	7.20E+03	99.9829%	3.766	0.00017



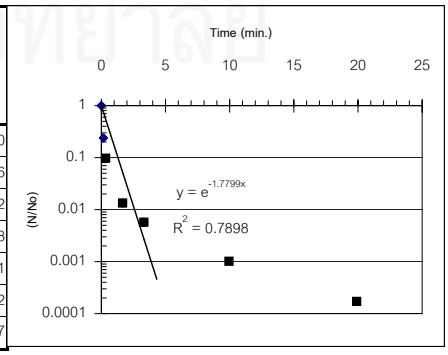
ชุดการทดลองที่ 167 น้ำดิบ+ความขุ่น 20.0 mg/l + Lignin 1.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก			จำนวน	ประสิทธิภาพ		Survival
(นาที)	(นาที)	10^n		ที่นับได้ในplateที่			ไวรัส	ในการกำจัดโคลิฟาจ		ratio
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	18	20	17	3.67E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	61	66	60	1.25E+07	66.00%	0.469	0.34000
1	0.33	4	10,000	145	148	148	2.94E+06	91.98%	1.096	0.08018
5	1.66	4	10,000	38	35	35	7.20E+05	98.04%	1.707	0.01964
10	3.32	3	1,000	109	103	103	2.10E+05	99.43%	2.242	0.00573
30	9.95	3	1,000	19	21	25	4.33E+04	99.882%	2.927	0.00118
60	19.90	2	100	39	44	35	7.87E+03	99.9785%	3.668	0.00021



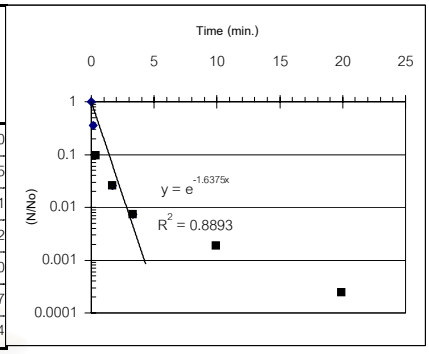
ชุดการทดลองที่ 168 น้ำดิบ+ความขุ่น 20.0 mg/l + Lignin 1.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก			จำนวน	ประสิทธิภาพ		Survival
(นาที)	(นาที)	10^n		ที่นับได้ในplateที่			ไวรัส	ในการกำจัดโคลิฟาจ		ratio
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	23	19	23	4.33E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	51	52	52	1.03E+07	76.15%	0.623	0.23846
1	0.33	5	100,000	22	21	20	4.20E+06	90.31%	1.014	0.09692
5	1.66	4	10,000	25	28	34	5.80E+05	98.66%	1.873	0.01338
10	3.32	3	1,000	128	122	121	2.47E+05	99.43%	2.244	0.00571
30	9.95	3	1,000	22	22	22	4.40E+04	99.898%	2.993	0.00102
60	19.90	2	100	35	39	37	7.40E+03	99.9829%	3.768	0.00017



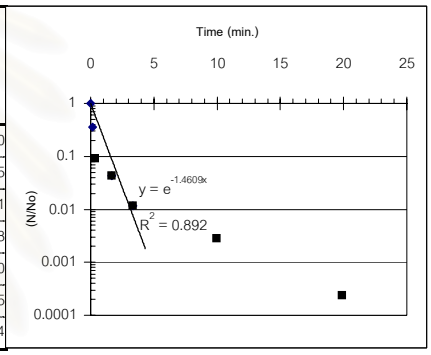
ชุดการทดลองที่ 169 น้ำดิบ+ความขุ่น 20.0 mg/l + Lignin 3.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก			จำนวน	ประสิทธิภาพ		Survival
(นาที)	(นาที)	10^n		ที่นับได้ในplateที่			ไวรัส	ในการกำจัดโคลิฟาจ		ratio
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	25	33	31	5.93E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	6	1,000,000	10	11	11	2.13E+07	64.04%	0.444	0.35955
1	0.33	5	100,000	29	28	28	5.67E+06	90.45%	1.020	0.09551
5	1.66	4	10,000	73	77	78	1.52E+06	97.44%	1.591	0.02562
10	3.32	4	10,000	21	21	23	4.33E+05	99.27%	2.136	0.00730
30	9.95	3	1,000	57	50	59	1.11E+05	99.813%	2.729	0.00187
60	19.90	2	100	71	72	74	1.45E+04	99.9756%	3.613	0.00024



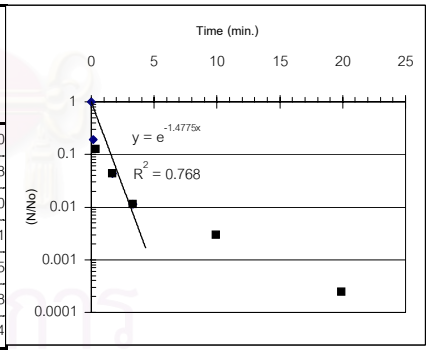
ชุดการทดลองที่ 170 น้ำดิบ+ความขุ่น 20.0 mg/l + Lignin 3.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก			จำนวน	ประสิทธิภาพ		Survival
(นาที)	(นาที)	10^n		ที่นับได้ในplateที่			ไวรัส	ในการกำจัดโคลิฟาจ		ratio
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	29	29	31	5.93E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	6	1,000,000	10	11	11	2.13E+07	64.04%	0.444	0.35955
1	0.33	5	100,000	28	27	26	5.40E+06	90.90%	1.041	0.09101
5	1.66	4	10,000	129	126	124	2.53E+06	95.74%	1.371	0.04258
10	3.32	4	10,000	34	32	39	7.00E+05	98.82%	1.928	0.01180
30	9.95	3	1,000	87	83	84	1.69E+05	99.715%	2.545	0.00285
60	19.90	2	100	71	71	69	1.41E+04	99.9763%	3.625	0.00024



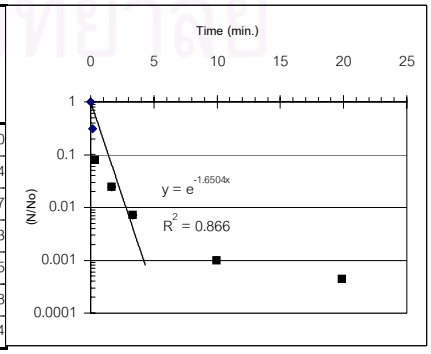
ชุดการทดลองที่ 171 น้ำดิบ+ความขุ่น 20.0 mg/l + Lignin 3.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก			จำนวน	ประสิทธิภาพ		Survival
(นาที)	(นาที)	10^n		ที่นับได้ในplateที่			ไวรัส	ในการกำจัดโคลิฟาจ		ratio
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	30	26	32	5.87E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	55	56	59	1.13E+07	80.68%	0.714	0.19318
1	0.33	5	100,000	35	36	39	7.33E+06	87.50%	0.903	0.12500
5	1.66	4	10,000	128	126	128	2.55E+06	95.66%	1.362	0.04341
10	3.32	4	10,000	33	35	31	6.60E+05	98.88%	1.949	0.01125
30	9.95	3	1,000	86	87	89	1.75E+05	99.702%	2.526	0.00298
60	19.90	2	100	73	67	74	1.43E+04	99.9757%	3.614	0.00024



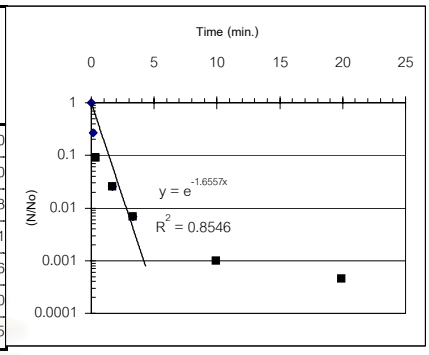
ชุดการทดลองที่ 172 น้ำดิบ+ความขุ่น 30.0 mg/l + Lignin 0.5 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก			จำนวน	ประสิทธิภาพ		Survival
(นาที)	(นาที)	10^n		ที่นับได้ในplateที่			ไวรัส	ในการกำจัดโคลิฟาจ		ratio
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	4	10,000	147	145	146	2.92E+06	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	4	10,000	45	45	44	8.93E+05	69.41%	0.514	0.30594
1	0.33	3	1,000	113	117	115	2.30E+05	92.12%	1.104	0.07877
5	1.66	3	1,000	35	38	34	7.13E+04	97.56%	1.612	0.02443
10	3.32	2	100	108	100	105	2.09E+04	99.29%	2.146	0.00715
30	9.95	2	100	14	15	14	2.87E+03	99.902%	3.008	0.00098
60	19.90	1	10	62	66	65	1.29E+03	99.9559%	3.356	0.00044



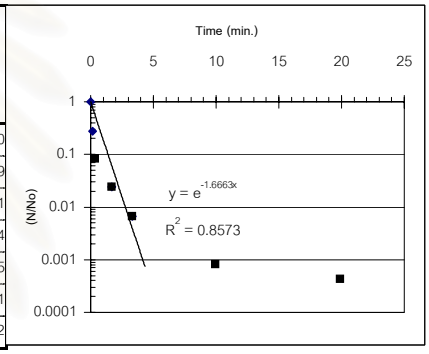
ชุดการทดลองที่ 173 น้ำดิบ+ความขุ่น 30.0 mg/l + Lignin 0.5 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก			จำนวน	ประสิทธิภาพ		Survival
(นาที)	(นาที)	10^n		ที่นับได้ในplateที่			ไวรัส	ในการกำจัดโคลิฟาจ		ratio
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	4	10,000	151	154	154	3.06E+06	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	4	10,000	36	43	43	8.13E+05	73.42%	0.575	0.26580
1	0.33	3	1,000	139	138	136	2.75E+05	91.00%	1.046	0.08998
5	1.66	3	1,000	41	37	40	7.87E+04	97.43%	1.590	0.02571
10	3.32	2	100	108	106	101	2.10E+04	99.31%	2.164	0.00686
30	9.95	2	100	16	15	15	3.07E+03	99.900%	2.999	0.00100
60	19.90	1	10	71	68	69	1.39E+03	99.9547%	3.344	0.00045



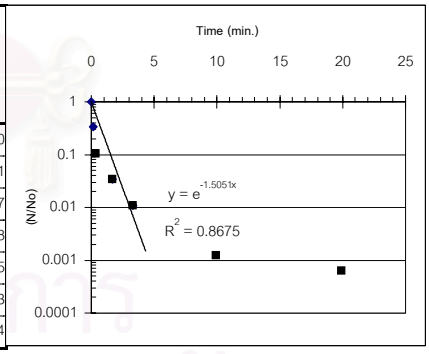
ชุดการทดลองที่ 174 น้ำดิบ+ความขุ่น 30.0 mg/l + Lignin 0.5 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก			จำนวน	ประสิทธิภาพ		Survival
(นาที)	(นาที)	10^n		ที่นับได้ในplateที่			ไวรัส	ในการกำจัดโคลิฟาจ		ratio
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	4	10,000	153	152	153	3.05E+06	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	4	10,000	43	40	44	8.47E+05	72.27%	0.557	0.27729
1	0.33	3	1,000	122	128	132	2.55E+05	91.66%	1.079	0.08341
5	1.66	3	1,000	39	33	39	7.40E+04	97.58%	1.616	0.02424
10	3.32	2	100	103	102	104	2.06E+04	99.33%	2.171	0.00675
30	9.95	2	100	13	11	13	2.47E+03	99.919%	3.093	0.00081
60	19.90	1	10	63	67	64	1.29E+03	99.9576%	3.373	0.00042



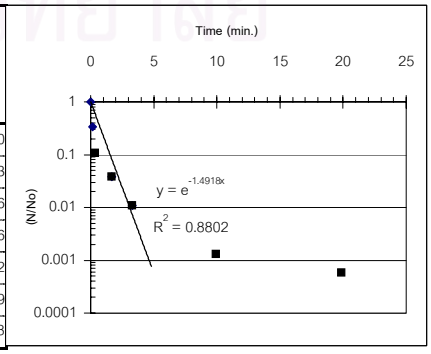
ชุดการทดลองที่ 175 น้ำดิบ+ความขุ่น 30.0 mg/l + Lignin 1.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก			จำนวน	ประสิทธิภาพ		Survival
(นาที)	(นาที)	10^n		ที่นับได้ในplateที่			ไวรัส	ในการกำจัดโคลิฟาจ		ratio
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	38	39	39	7.73E+06	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	12	14	13	2.60E+06	66.38%	0.473	0.33621
1	0.33	4	10,000	41	41	40	8.13E+05	89.48%	0.978	0.10517
5	1.66	4	10,000	13	12	15	2.67E+05	96.55%	1.462	0.03448
10	3.32	3	1,000	40	45	42	8.47E+04	98.91%	1.961	0.01095
30	9.95	2	100	47	46	50	9.53E+03	99.877%	2.909	0.00123
60	19.90	2	100	22	25	27	4.93E+03	99.9362%	3.195	0.00064



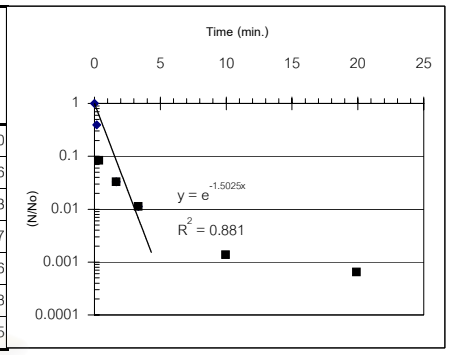
ชุดการทดลองที่ 176 น้ำดิบ+ความขุ่น 30.0 mg/l + Lignin 1.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก			จำนวน	ประสิทธิภาพ		Survival
(นาที)	(นาที)	10^n		ที่นับได้ในplateที่			ไวรัส	ในการกำจัดโคลิฟาจ		ratio
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	40	43	36	7.93E+06	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	11	14	15	2.67E+06	66.39%	0.473	0.33613
1	0.33	4	10,000	42	43	43	8.53E+05	89.24%	0.968	0.10756
5	1.66	4	10,000	17	18	11	3.07E+05	96.13%	1.413	0.03866
10	3.32	3	1,000	42	45	43	8.67E+04	98.91%	1.962	0.01092
30	9.95	2	100	52	52	49	1.02E+04	99.871%	2.891	0.00129
60	19.90	2	100	26	22	21	4.60E+03	99.9420%	3.237	0.00058



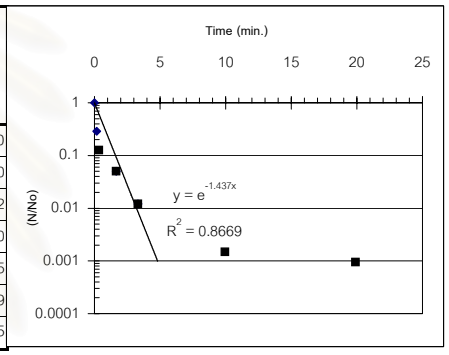
ชุดการทดลองที่ 177 น้ำดิบ+ความขุ่น 30.0 mg/l + Lignin 1.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	43	40	36	7.93E+06	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	17	15	15	3.13E+06	60.50%	0.403	0.39496
1	0.33	4	10,000	34	35	31	6.67E+05	91.60%	1.076	0.08403
5	1.66	4	10,000	12	15	12	2.60E+05	96.72%	1.484	0.03277
10	3.32	3	1,000	48	45	41	8.93E+04	98.87%	1.948	0.01126
30	9.95	2	100	56	53	55	1.09E+04	99.862%	2.861	0.00138
60	19.90	2	100	24	26	27	5.13E+03	99.9353%	3.189	0.00065



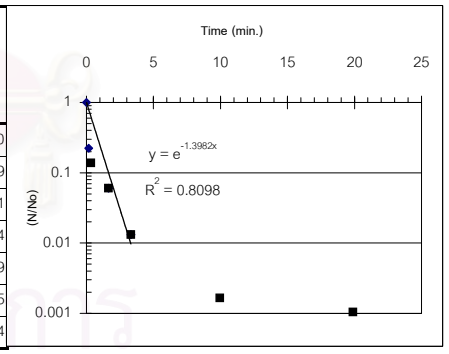
ชุดการทดลองที่ 178 น้ำดิบ+ความขุ่น 30.0 mg/l + Lignin 3.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	41	45	44	8.67E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	121	129	127	2.51E+07	71.00%	0.538	0.29000
1	0.33	5	100,000	56	57	52	1.10E+07	87.31%	0.896	0.12692
5	1.66	5	100,000	21	22	22	4.33E+06	95.00%	1.301	0.05000
10	3.32	4	10,000	55	52	51	1.05E+06	98.78%	1.915	0.01215
30	9.95	3	1,000	62	65	67	1.29E+05	99.851%	2.826	0.00149
60	19.90	3	1,000	42	42	40	8.27E+04	99.9046%	3.021	0.00095



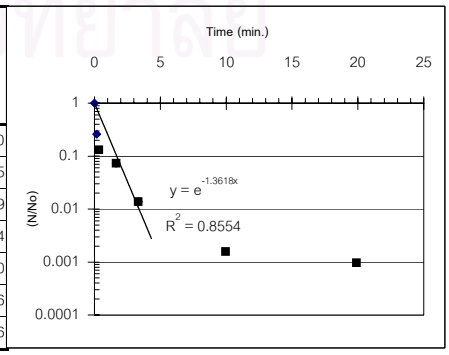
ชุดการทดลองที่ 179 น้ำดิบ+ความขุ่น 30.0 mg/l + Lignin 3.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	45	48	45	9.20E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	101	104	103	2.05E+07	77.68%	0.651	0.22319
1	0.33	5	100,000	61	62	68	1.27E+07	86.16%	0.859	0.13841
5	1.66	5	100,000	30	24	29	5.53E+06	93.99%	1.221	0.06014
10	3.32	4	10,000	59	62	61	1.21E+06	98.68%	1.880	0.01319
30	9.95	3	1,000	78	78	72	1.52E+05	99.835%	2.782	0.00165
60	19.90	3	1,000	48	51	45	9.60E+04	99.8957%	2.982	0.00104



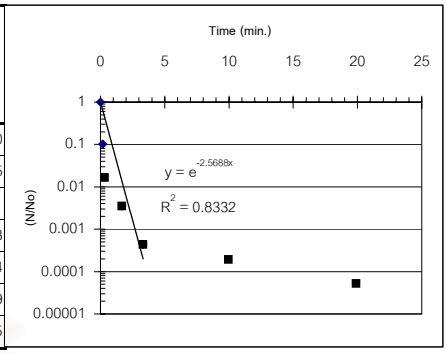
ชุดการทดลองที่ 180 น้ำดิบ+ความขุ่น 30.0 mg/l + Lignin 3.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	45	48	49	9.47E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	122	122	124	2.45E+07	74.08%	0.586	0.25915
1	0.33	5	100,000	63	64	60	1.25E+07	86.83%	0.880	0.13169
5	1.66	5	100,000	36	32	36	6.93E+06	92.68%	1.135	0.07324
10	3.32	4	10,000	67	62	67	1.31E+06	98.62%	1.860	0.01380
30	9.95	3	1,000	75	72	75	1.48E+05	99.844%	2.806	0.00156
60	19.90	3	1,000	43	49	45	9.13E+04	99.9035%	3.016	0.00096



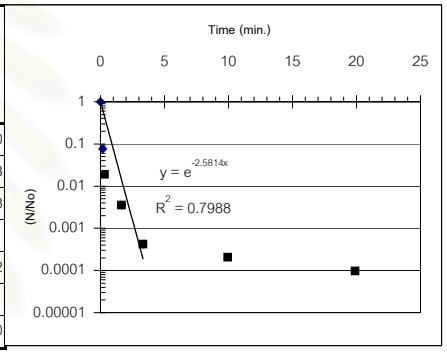
ชุดการทดลองที่ 181 น้ำดิบ+Humic acid 0.5 mg/l + Tanic acid 0.5 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	4	10,000	193	191	188	3.81E+06	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	4	10,000	19	20	20	3.93E+05	89.69%	0.987	0.10315
1	0.33	3	1,000	30	35	30	6.33E+04	98.34%	1.780	0.01661
5	1.66	2	100	67	68	67	1.35E+04	99.65%	2.452	0.00353
10	3.32	2	100	8	9	8	1.67E+03	99.96%	3.359	0.00044
30	9.95	1	10	40	36	34	7.33E+02	99.981%	3.716	0.00019
60	19.90	1	10	9	10	11	2.00E+02	99.9948%	4.280	0.00005



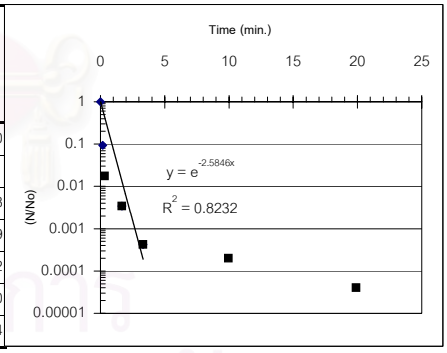
ชุดการทดลองที่ 182 น้ำดิบ+Humic acid 0.5 mg/l + Tanic acid 0.5 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	4	10,000	193	189	187	3.79E+06	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	4	10,000	17	16	11	2.93E+05	92.27%	1.112	0.07733
1	0.33	3	1,000	32	38	38	7.20E+04	98.10%	1.722	0.01898
5	1.66	2	100	68	65	67	1.33E+04	99.65%	2.454	0.00351
10	3.32	2	100	8	8	8	1.60E+03	99.96%	3.375	0.00042
30	9.95	1	10	38	43	36	7.80E+02	99.979%	3.687	0.00021
60	19.90	1	10	19	16	20	3.67E+02	99.9903%	4.015	0.00010



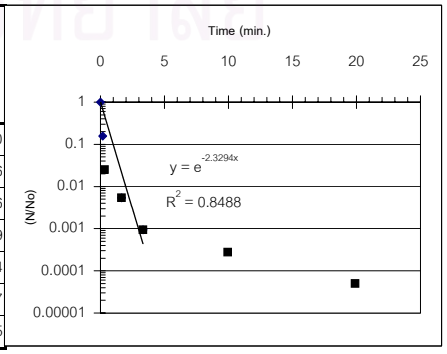
ชุดการทดลองที่ 183 น้ำดิบ+Humic acid 0.5 mg/l + Tanic acid 0.5 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	4	10,000	194	190	188	3.81E+06	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	4	10,000	17	18	19	3.60E+05	90.56%	1.025	0.09441
1	0.33	3	1,000	31	39	30	6.67E+04	98.25%	1.757	0.01748
5	1.66	2	100	60	67	67	1.29E+04	99.66%	2.470	0.00339
10	3.32	2	100	7	9	8	1.60E+03	99.96%	3.377	0.00042
30	9.95	1	10	39	38	37	7.60E+02	99.980%	3.700	0.00020
60	19.90	1	10	9	4	10	1.53E+02	99.9960%	4.396	0.00004



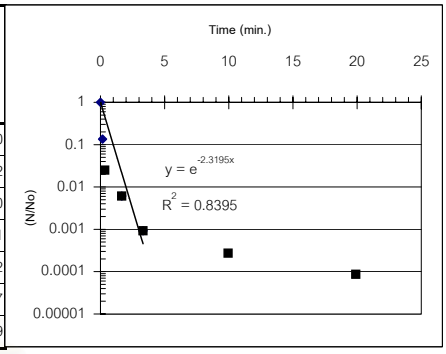
ชุดการทดลองที่ 184 น้ำดิบ+Humic acid 0.5 mg/l + Tanic acid 1.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	52	46	43	9.40E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	71	76	76	1.49E+07	84.18%	0.801	0.15816
1	0.33	4	10,000	117	119	116	2.35E+06	97.50%	1.603	0.02496
5	1.66	4	10,000	21	28	27	5.07E+05	99.46%	2.268	0.00539
10	3.32	3	1,000	47	43	42	8.80E+04	99.91%	3.029	0.00094
30	9.95	2	100	133	125	129	2.58E+04	99.973%	3.562	0.00027
60	19.90	2	100	25	22	23	4.67E+03	99.9950%	4.304	0.00005



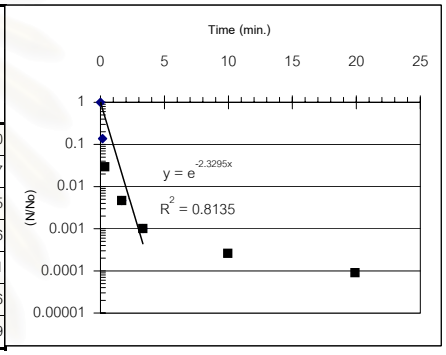
ชุดการทดลองที่ 185 น้ำดิบ+Humic acid 0.5 mg/l + Tanic acid 1.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก ที่นับได้ในplateที่			จำนวน ไวรัส	ประสิทธิภาพ ในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	46	51	47	9.60E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	67	61	66	1.29E+07	86.53%	0.871	0.13472
1	0.33	5	100,000	12	14	10	2.40E+06	97.50%	1.602	0.02500
5	1.66	4	10,000	28	30	30	5.87E+05	99.39%	2.214	0.00611
10	3.32	3	1,000	46	45	42	8.87E+04	99.91%	3.035	0.00092
30	9.95	2	100	131	132	129	2.61E+04	99.973%	3.565	0.00027
60	19.90	2	100	41	41	43	8.33E+03	99.9913%	4.061	0.00009



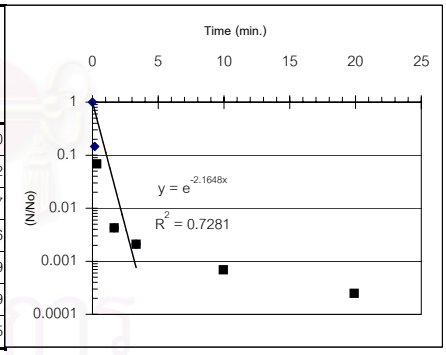
ชุดการทดลองที่ 186 น้ำดิบ+Humic acid 0.5 mg/l + Tanic acid 1.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก ที่นับได้ในplateที่			จำนวน ไวรัส	ประสิทธิภาพ ในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	50	45	51	9.73E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	68	65	68	1.34E+07	86.23%	0.861	0.13767
1	0.33	5	100,000	12	17	14	2.87E+06	97.05%	1.531	0.02945
5	1.66	4	10,000	19	21	28	4.53E+05	99.53%	2.332	0.00466
10	3.32	3	1,000	50	50	48	9.87E+04	99.90%	2.994	0.00101
30	9.95	2	100	127	125	129	2.54E+04	99.974%	3.583	0.00026
60	19.90	2	100	42	43	47	8.80E+03	99.9910%	4.044	0.00009



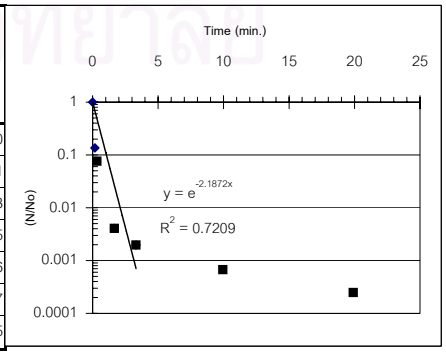
ชุดการทดลองที่ 187 น้ำดิบ+Humic acid 0.5 mg/l + Tanic acid 3.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก ที่นับได้ในplateที่			จำนวน ไวรัส	ประสิทธิภาพ ในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	183	183	183	3.66E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	29	27	24	5.33E+06	85.43%	0.836	0.14572
1	0.33	4	10,000	128	121	128	2.51E+06	93.13%	1.163	0.06867
5	1.66	3	1,000	81	81	72	1.56E+05	99.57%	2.370	0.00426
10	3.32	3	1,000	34	43	38	7.67E+04	99.79%	2.679	0.00209
30	9.95	2	100	130	128	121	2.53E+04	99.931%	3.161	0.00069
60	19.90	2	100	45	48	43	9.07E+03	99.9752%	3.606	0.00025



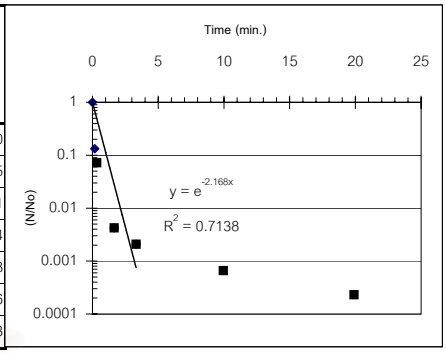
ชุดการทดลองที่ 188 น้ำดิบ+Humic acid 0.5 mg/l + Tanic acid 3.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก ที่นับได้ในplateที่			จำนวน ไวรัส	ประสิทธิภาพ ในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	185	185	190	3.73E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	29	26	21	5.07E+06	86.43%	0.867	0.13571
1	0.33	4	10,000	142	144	142	2.85E+06	92.36%	1.117	0.07643
5	1.66	3	1,000	74	79	74	1.51E+05	99.59%	2.392	0.00405
10	3.32	3	1,000	41	35	34	7.33E+04	99.80%	2.707	0.00196
30	9.95	2	100	125	121	129	2.50E+04	99.933%	3.174	0.00067
60	19.90	2	100	46	45	48	9.27E+03	99.9752%	3.605	0.00025



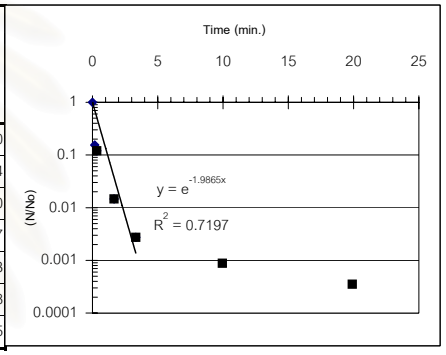
ชุดการทดลองที่ 189 น้ำดิบ+Humic acid 0.5 mg/l + Tanic acid 3.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก			จำนวน	ประสิทธิภาพ		Survival
(นาที)	(นาที)	10^n		ที่นับได้ในplateที่			ไวรัส	ในการกำจัดโคลิฟาจ		ratio
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	184	191	182	3.71E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	28	23	23	4.93E+06	86.71%	0.877	0.13285
1	0.33	4	10,000	131	130	139	2.67E+06	92.82%	1.144	0.07181
5	1.66	3	1,000	79	76	81	1.57E+05	99.58%	2.373	0.00424
10	3.32	3	1,000	37	41	38	7.73E+04	99.79%	2.681	0.00208
30	9.95	2	100	122	125	121	2.45E+04	99.934%	3.180	0.00066
60	19.90	2	100	44	42	42	8.53E+03	99.9770%	3.639	0.00023



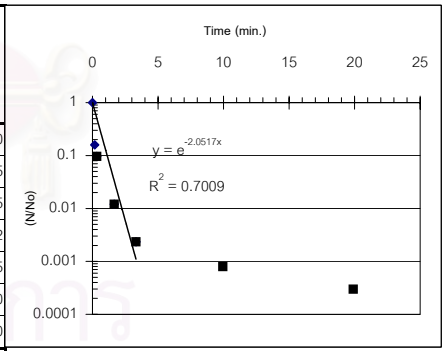
ชุดการทดลองที่ 190 น้ำดิบ+Humic acid 0.5 mg/l + Tanic acid 5.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก			จำนวน	ประสิทธิภาพ		Survival
(นาที)	(นาที)	10^n		ที่นับได้ในplateที่			ไวรัส	ในการกำจัดโคลิฟาจ		ratio
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	29	29	32	6.00E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	47	43	49	9.27E+06	84.56%	0.811	0.15444
1	0.33	5	100,000	33	39	36	7.20E+06	88.00%	0.921	0.12000
5	1.66	4	10,000	45	43	44	8.80E+05	98.53%	1.834	0.01467
10	3.32	3	1,000	87	78	81	1.64E+05	99.73%	2.563	0.00273
30	9.95	3	1,000	25	26	28	5.27E+04	99.912%	3.057	0.00088
60	19.90	2	100	103	107	107	2.11E+04	99.9648%	3.453	0.00035



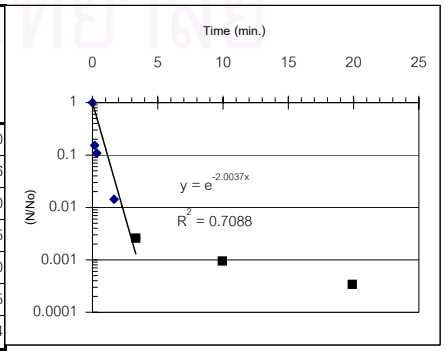
ชุดการทดลองที่ 191 น้ำดิบ+Humic acid 0.5 mg/l + Tanic acid 5.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก			จำนวน	ประสิทธิภาพ		Survival
(นาที)	(นาที)	10^n		ที่นับได้ในplateที่			ไวรัส	ในการกำจัดโคลิฟาจ		ratio
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	36	37	31	6.93E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	57	51	57	1.10E+07	84.13%	0.800	0.15865
1	0.33	5	100,000	30	37	33	6.67E+06	90.38%	1.017	0.09615
5	1.66	4	10,000	45	41	39	8.33E+05	98.80%	1.920	0.01202
10	3.32	3	1,000	81	79	84	1.63E+05	99.77%	2.630	0.00235
30	9.95	3	1,000	26	24	33	5.53E+04	99.920%	3.098	0.00080
60	19.90	2	100	101	102	107	2.07E+04	99.9702%	3.526	0.00030



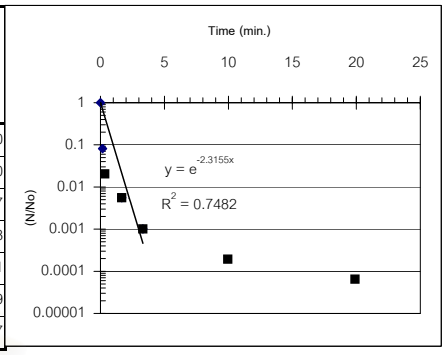
ชุดการทดลองที่ 192 น้ำดิบ+Humic acid 0.5 mg/l + Tanic acid 5.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก			จำนวน	ประสิทธิภาพ		Survival
(นาที)	(นาที)	10^n		ที่นับได้ในplateที่			ไวรัส	ในการกำจัดโคลิฟาจ		ratio
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	28	29	35	6.13E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	51	45	45	9.40E+06	84.67%	0.815	0.15326
1	0.33	5	100,000	35	33	32	6.67E+06	89.13%	0.964	0.10870
5	1.66	4	10,000	44	46	42	8.80E+05	98.57%	1.843	0.01435
10	3.32	3	1,000	78	83	78	1.59E+05	99.74%	2.585	0.00260
30	9.95	3	1,000	32	24	31	5.80E+04	99.905%	3.024	0.00095
60	19.90	2	100	102	102	109	2.09E+04	99.9660%	3.468	0.00034



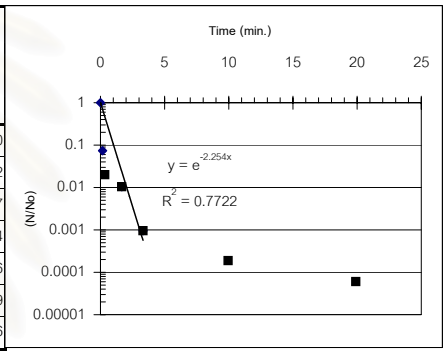
ชุดการทดลองที่ 193 น้ำดิบ+Humic acid 1.0 mg/l + Tanic acid 0.5 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก			จำนวน	ประสิทธิภาพ		Survival
(นาที)	(นาที)	10^n		ที่นับได้ในplateที่			ไวรัส	ในการกำจัดโคลิฟาจ		ratio
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	42	41	46	8.60E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	31	35	39	7.00E+06	91.86%	1.089	0.08140
1	0.33	4	10,000	87	90	87	1.76E+06	97.95%	1.689	0.02047
5	1.66	4	10,000	28	21	23	4.80E+05	99.44%	2.253	0.00558
10	3.32	3	1,000	44	41	45	8.67E+04	99.90%	2.997	0.00101
30	9.95	2	100	85	81	84	1.67E+04	99.981%	3.713	0.00019
60	19.90	2	100	29	28	27	5.60E+03	99.9935%	4.186	0.00007



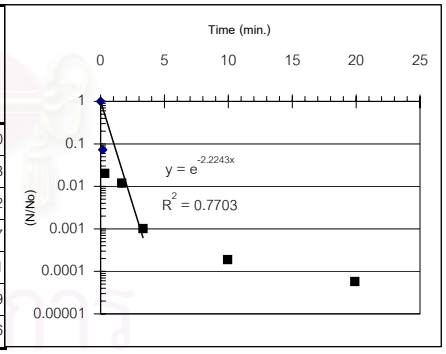
ชุดการทดลองที่ 194 น้ำดิบ+Humic acid 1.0 mg/l + Tanic acid 0.5 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก			จำนวน	ประสิทธิภาพ		Survival
(นาที)	(นาที)	10^n		ที่นับได้ในplateที่			ไวรัส	ในการกำจัดโคลิฟาจ		ratio
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	46	41	50	9.13E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	30	34	37	6.73E+06	92.63%	1.132	0.07372
1	0.33	4	10,000	87	94	94	1.83E+06	97.99%	1.697	0.02007
5	1.66	4	10,000	49	47	47	9.53E+05	98.96%	1.981	0.01044
10	3.32	3	1,000	43	43	45	8.73E+04	99.90%	3.019	0.00096
30	9.95	2	100	81	88	89	1.72E+04	99.981%	3.725	0.00019
60	19.90	2	100	27	29	27	5.53E+03	99.9939%	4.218	0.00006



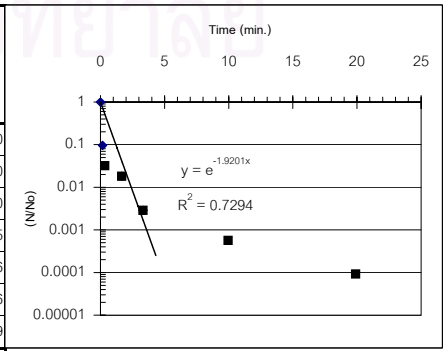
ชุดการทดลองที่ 195 น้ำดิบ+Humic acid 1.0 mg/l + Tanic acid 0.5 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก			จำนวน	ประสิทธิภาพ		Survival
(นาที)	(นาที)	10^n		ที่นับได้ในplateที่			ไวรัส	ในการกำจัดโคลิฟาจ		ratio
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	41	44	49	8.93E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	34	32	32	6.53E+06	92.69%	1.136	0.07313
1	0.33	4	10,000	93	88	90	1.81E+06	97.98%	1.694	0.02022
5	1.66	4	10,000	56	47	56	1.06E+06	98.81%	1.926	0.01187
10	3.32	3	1,000	46	42	48	9.07E+04	99.90%	2.994	0.00101
30	9.95	2	100	86	83	84	1.69E+04	99.981%	3.724	0.00019
60	19.90	2	100	22	27	28	5.13E+03	99.9943%	4.241	0.00006



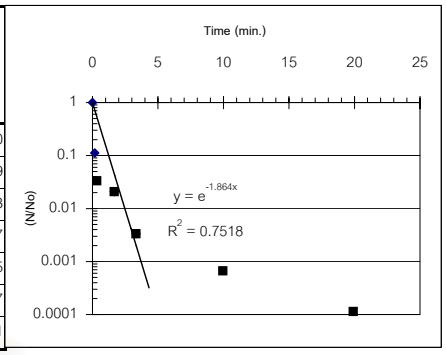
ชุดการทดลองที่ 196 น้ำดิบ+Humic acid 1.0 mg/l + Tanic acid 1.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก			จำนวน	ประสิทธิภาพ		Survival
(นาที)	(นาที)	10^n		ที่นับได้ในplateที่			ไวรัส	ในการกำจัดโคลิฟาจ		ratio
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	28	24	29	5.40E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	23	26	29	5.20E+06	90.37%	1.016	0.09630
1	0.33	5	100,000	8	9	9	1.73E+06	96.79%	1.494	0.03210
5	1.66	4	10,000	51	47	49	9.80E+05	98.19%	1.741	0.01815
10	3.32	3	1,000	77	76	79	1.55E+05	99.71%	2.543	0.00286
30	9.95	2	100	153	156	148	3.05E+04	99.944%	3.249	0.00056
60	19.90	2	100	24	26	25	5.00E+03	99.9907%	4.033	0.00009



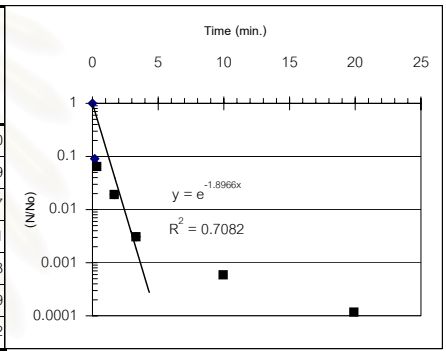
ชุดการทดลองที่ 197 น้ำดิบ+Humic acid 1.0 mg/l + Tanic acid 1.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก			จำนวน	ประสิทธิภาพ		Survival
(นาที)	(นาที)	10^n		ที่นับได้ในplateที่			ไวรัส	ในการกำจัดโคลิฟาจ		ratio
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	23	21	25	4.60E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	28	23	26	5.13E+06	88.84%	0.952	0.11159
1	0.33	5	100,000	7	8	8	1.53E+06	96.67%	1.477	0.03333
5	1.66	4	10,000	45	47	52	9.60E+05	97.91%	1.680	0.02087
10	3.32	3	1,000	78	75	78	1.54E+05	99.67%	2.475	0.00335
30	9.95	2	100	152	152	155	3.06E+04	99.933%	3.177	0.00067
60	19.90	2	100	28	25	26	5.27E+03	99.9886%	3.941	0.00011



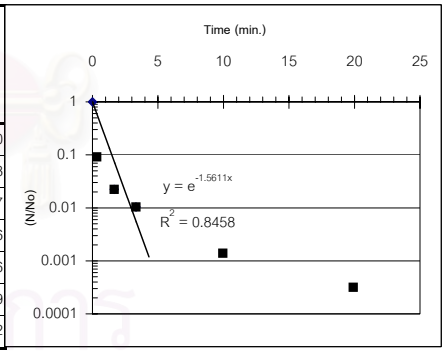
ชุดการทดลองที่ 198 น้ำดิบ+Humic acid 1.0 mg/l + Tanic acid 1.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก			จำนวน	ประสิทธิภาพ		Survival
(นาที)	(นาที)	10^n		ที่นับได้ในplateที่			ไวรัส	ในการกำจัดโคลิฟาจ		ratio
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	24	27	25	5.07E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	21	26	22	4.60E+06	90.92%	1.042	0.09079
1	0.33	5	100,000	22	14	13	3.27E+06	93.55%	1.191	0.06447
5	1.66	4	10,000	54	45	47	9.73E+05	98.08%	1.716	0.01921
10	3.32	3	1,000	78	81	75	1.56E+05	99.69%	2.512	0.00308
30	9.95	2	100	153	148	147	2.99E+04	99.941%	3.230	0.00059
60	19.90	2	100	31	26	32	5.93E+03	99.9883%	3.931	0.00012



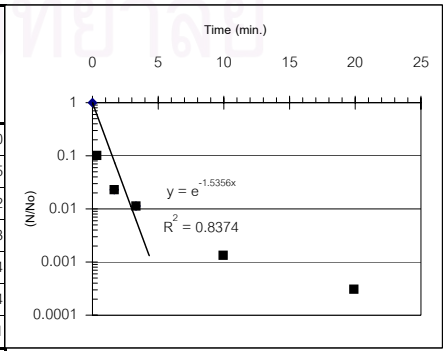
ชุดการทดลองที่ 199 น้ำดิบ+Humic acid 1.0 mg/l + Tanic acid 3.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก			จำนวน	ประสิทธิภาพ		Survival
(นาที)	(นาที)	10^n		ที่นับได้ในplateที่			ไวรัส	ในการกำจัดโคลิฟาจ		ratio
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	24	30	30	5.60E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	30	35	32	6.47E+06	88.45%	0.938	0.11548
1	0.33	5	100,000	29	25	23	5.13E+06	90.83%	1.038	0.09167
5	1.66	4	10,000	61	62	64	1.25E+06	97.77%	1.652	0.02226
10	3.32	4	10,000	28	30	29	5.80E+05	98.96%	1.985	0.01036
30	9.95	3	1,000	36	43	38	7.80E+04	99.861%	2.856	0.00139
60	19.90	2	100	87	86	93	1.77E+04	99.9683%	3.499	0.00032



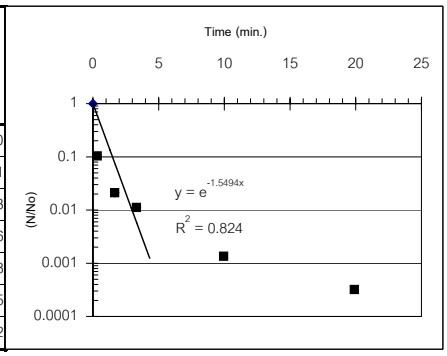
ชุดการทดลองที่ 200 น้ำดิบ+Humic acid 1.0 mg/l + Tanic acid 3.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก			จำนวน	ประสิทธิภาพ		Survival
(นาที)	(นาที)	10^n		ที่นับได้ในplateที่			ไวรัส	ในการกำจัดโคลิฟาจ		ratio
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	27	26	29	5.47E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	37	34	34	7.00E+06	87.20%	0.893	0.12805
1	0.33	5	100,000	26	27	30	5.53E+06	89.88%	0.995	0.10122
5	1.66	4	10,000	66	59	63	1.25E+06	97.71%	1.640	0.02293
10	3.32	4	10,000	31	30	32	6.20E+05	98.87%	1.945	0.01134
30	9.95	3	1,000	38	36	36	7.33E+04	99.866%	2.872	0.00134
60	19.90	2	100	85	84	84	1.69E+04	99.9691%	3.511	0.00031



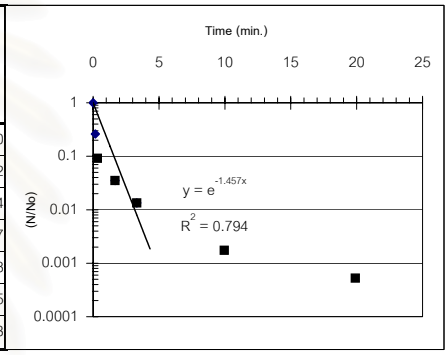
ชุดการทดลองที่ 201 น้ำดิบ+Humic acid 1.0 mg/l + Tanic acid 3.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	30	23	32	5.67E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	35	35	36	7.07E+06	87.53%	0.904	0.12471
1	0.33	5	100,000	28	31	29	5.87E+06	89.65%	0.985	0.10353
5	1.66	4	10,000	59	62	58	1.19E+06	97.89%	1.677	0.02106
10	3.32	4	10,000	33	30	32	6.33E+05	98.88%	1.952	0.01118
30	9.95	3	1,000	39	40	36	7.67E+04	99.865%	2.869	0.00135
60	19.90	2	100	92	92	89	1.82E+04	99.9679%	3.493	0.00032



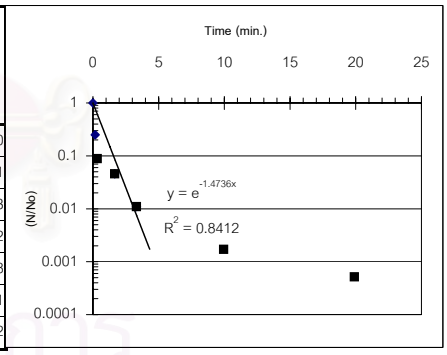
ชุดการทดลองที่ 202 น้ำดิบ+Humic acid 1.0 mg/l + Tanic acid 5.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	91	92	92	1.83E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	22	28	22	4.80E+06	73.82%	0.582	0.26182
1	0.33	4	10,000	82	86	84	1.68E+06	90.84%	1.038	0.09164
5	1.66	4	10,000	33	32	32	6.47E+05	96.47%	1.453	0.03527
10	3.32	3	1,000	120	121	127	2.45E+05	98.66%	1.873	0.01338
30	9.95	3	1,000	16	17	15	3.20E+04	99.825%	2.758	0.00175
60	19.90	2	100	49	48	48	9.67E+03	99.9473%	3.278	0.00053



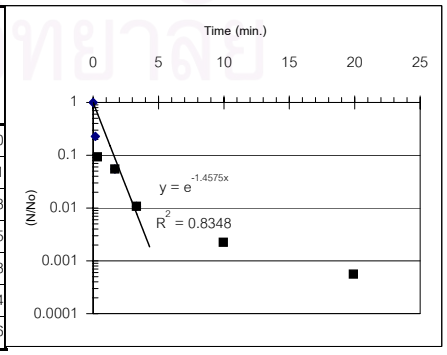
ชุดการทดลองที่ 203 น้ำดิบ+Humic acid 1.0 mg/l + Tanic acid 5.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	95	92	88	1.83E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	19	23	27	4.60E+06	74.91%	0.600	0.25091
1	0.33	4	10,000	81	80	83	1.63E+06	91.13%	1.052	0.08873
5	1.66	4	10,000	41	40	45	8.40E+05	95.42%	1.339	0.04582
10	3.32	3	1,000	99	100	103	2.01E+05	98.90%	1.959	0.01098
30	9.95	3	1,000	18	14	15	3.13E+04	99.829%	2.767	0.00171
60	19.90	2	100	46	51	45	9.47E+03	99.9484%	3.287	0.00052



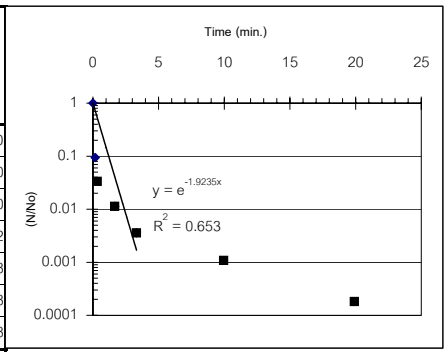
ชุดการทดลองที่ 204 น้ำดิบ+Humic acid 1.0 mg/l + Tanic acid 5.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	90	90	88	1.79E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	19	19	23	4.07E+06	77.24%	0.643	0.22761
1	0.33	4	10,000	84	83	83	1.67E+06	90.67%	1.030	0.09328
5	1.66	4	10,000	49	49	49	9.80E+05	94.51%	1.261	0.05485
10	3.32	3	1,000	96	96	97	1.93E+05	98.92%	1.967	0.01078
30	9.95	3	1,000	23	16	21	4.00E+04	99.776%	2.650	0.00224
60	19.90	2	100	49	52	49	1.00E+04	99.9440%	3.252	0.00056



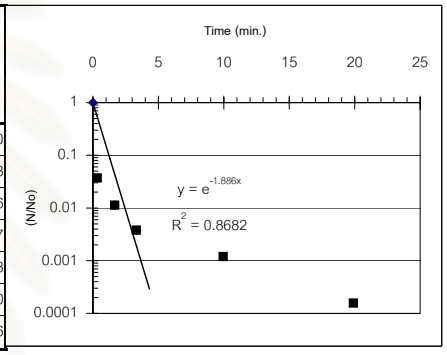
ชุดการทดลองที่ 205 น้ำดิบ+Humic acid 3.0 mg/l + Tanic acid 0.5 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	15	21	14	3.33E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	17	17	13	3.13E+06	90.60%	1.027	0.09400
1	0.33	4	10,000	57	58	52	1.11E+06	96.66%	1.476	0.03340
5	1.66	3	1,000	186	190	190	3.77E+05	98.87%	1.946	0.01132
10	3.32	3	1,000	58	62	59	1.19E+05	99.64%	2.446	0.00358
30	9.95	3	1,000	18	18	18	3.60E+04	99.892%	2.967	0.00108
60	19.90	2	100	26	33	32	6.07E+03	99.9818%	3.740	0.00018



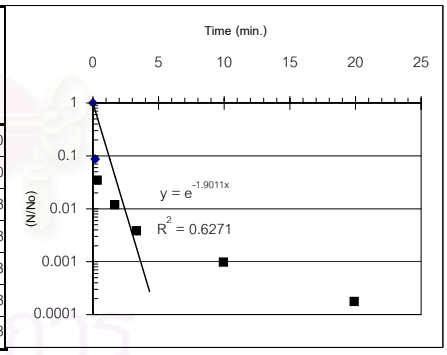
ชุดการทดลองที่ 206 น้ำดิบ+Humic acid 3.0 mg/l + Tanic acid 0.5 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	20	14	17	3.40E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	10	11	14	2.33E+06	93.14%	1.164	0.06863
1	0.33	4	10,000	62	64	63	1.26E+06	96.29%	1.431	0.03706
5	1.66	3	1,000	193	192	190	3.83E+05	98.87%	1.948	0.01127
10	3.32	3	1,000	62	66	65	1.29E+05	99.62%	2.422	0.00378
30	9.95	3	1,000	19	21	21	4.07E+04	99.880%	2.922	0.00120
60	19.90	2	100	32	24	24	5.33E+03	99.9843%	3.804	0.00016



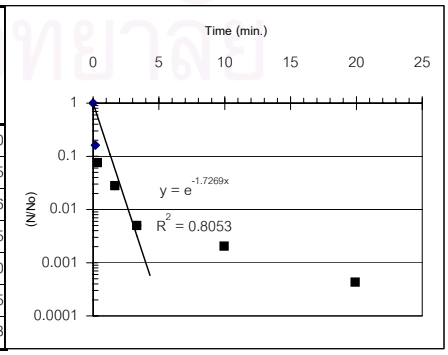
ชุดการทดลองที่ 207 น้ำดิบ+Humic acid 3.0 mg/l + Tanic acid 0.5 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	17	18	13	3.20E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	12	16	14	2.80E+06	91.25%	1.058	0.08750
1	0.33	4	10,000	56	52	58	1.11E+06	96.54%	1.461	0.03458
5	1.66	3	1,000	195	194	186	3.83E+05	98.80%	1.922	0.01198
10	3.32	3	1,000	63	60	61	1.23E+05	99.62%	2.416	0.00383
30	9.95	3	1,000	13	18	16	3.13E+04	99.902%	3.009	0.00098
60	19.90	2	100	25	32	28	5.67E+03	99.9823%	3.752	0.00018



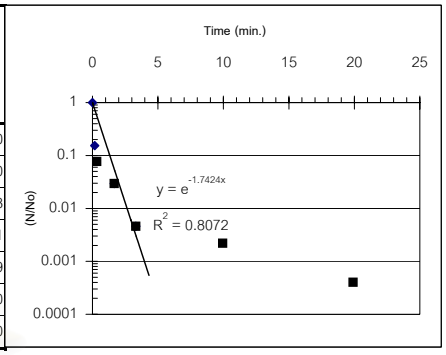
ชุดการทดลองที่ 208 น้ำดิบ+Humic acid 3.0 mg/l + Tanic acid 1.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	102	98	102	2.01E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	17	16	16	3.27E+06	83.77%	0.790	0.16225
1	0.33	4	10,000	76	74	80	1.53E+06	92.38%	1.118	0.07616
5	1.66	4	10,000	33	26	26	5.67E+05	97.19%	1.551	0.02815
10	3.32	3	1,000	53	47	51	1.01E+05	99.50%	2.301	0.00500
30	9.95	3	1,000	19	21	22	4.13E+04	99.795%	2.688	0.00205
60	19.90	2	100	41	46	43	8.67E+03	99.9570%	3.366	0.00043



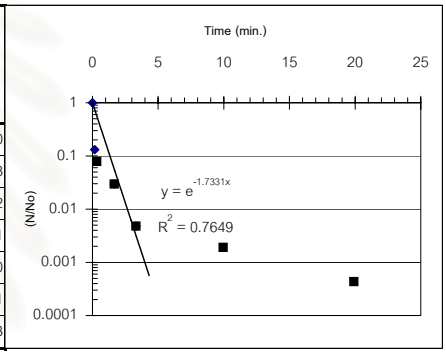
ชุดการทดลองที่ 209 น้ำดิบ+Humic acid 3.0 mg/l + Tanic acid 1.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	100	102	103	2.03E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	18	14	15	3.13E+06	84.59%	0.812	0.15410
1	0.33	4	10,000	81	76	79	1.57E+06	92.26%	1.111	0.07738
5	1.66	4	10,000	28	35	27	6.00E+05	97.05%	1.530	0.02951
10	3.32	3	1,000	48	47	45	9.33E+04	99.54%	2.338	0.00459
30	9.95	3	1,000	22	25	20	4.47E+04	99.780%	2.658	0.00220
60	19.90	2	100	45	39	39	8.20E+03	99.9597%	3.394	0.00040



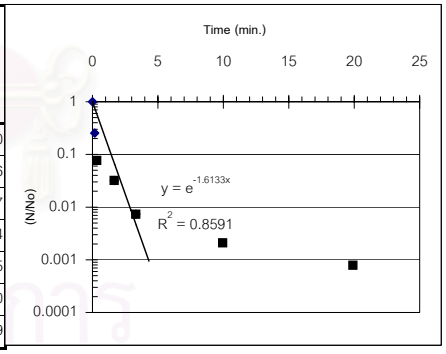
ชุดการทดลองที่ 210 น้ำดิบ+Humic acid 3.0 mg/l + Tanic acid 1.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	100	104	100	2.03E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	14	10	16	2.67E+06	86.84%	0.881	0.13158
1	0.33	4	10,000	80	79	80	1.59E+06	92.14%	1.104	0.07862
5	1.66	4	10,000	28	28	34	6.00E+05	97.04%	1.529	0.02961
10	3.32	3	1,000	51	49	46	9.73E+04	99.52%	2.319	0.00480
30	9.95	3	1,000	18	18	22	3.87E+04	99.809%	2.719	0.00191
60	19.90	2	100	45	45	42	8.80E+03	99.9566%	3.362	0.00043



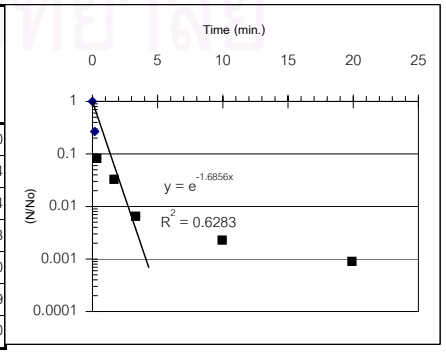
ชุดการทดลองที่ 211 น้ำดิบ+Humic acid 3.0 mg/l + Tanic acid 3.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	50	48	49	9.80E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	125	122	125	2.48E+07	74.69%	0.597	0.25306
1	0.33	5	100,000	39	38	36	7.53E+06	92.31%	1.114	0.07687
5	1.66	4	10,000	159	153	159	3.14E+06	96.80%	1.494	0.03204
10	3.32	4	10,000	37	36	35	7.20E+05	99.27%	2.134	0.00735
30	9.95	3	1,000	105	103	101	2.06E+05	99.790%	2.677	0.00210
60	19.90	3	1,000	35	42	39	7.73E+04	99.9211%	3.103	0.00079



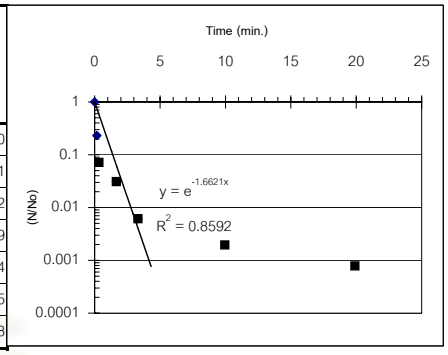
ชุดการทดลองที่ 212 น้ำดิบ+Humic acid 3.0 mg/l + Tanic acid 3.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	49	46	45	9.33E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	125	120	129	2.49E+07	73.29%	0.573	0.26714
1	0.33	5	100,000	34	38	43	7.67E+06	91.79%	1.085	0.08214
5	1.66	4	10,000	151	159	151	3.07E+06	96.71%	1.482	0.03293
10	3.32	4	10,000	32	29	30	6.07E+05	99.35%	2.187	0.00650
30	9.95	3	1,000	108	107	105	2.13E+05	99.771%	2.641	0.00229
60	19.90	3	1,000	43	42	41	8.40E+04	99.9100%	3.046	0.00090



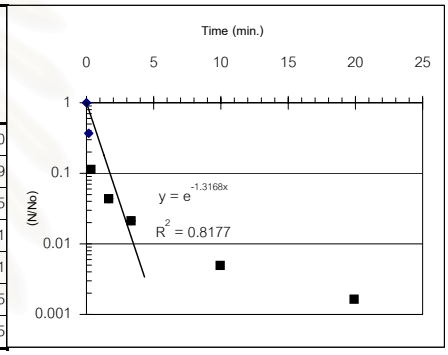
ชุดการทดลองที่ 213 น้ำดิบ+Humic acid 3.0 mg/l + Tanic acid 3.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	52	53	53	1.05E+08	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	120	121	124	2.43E+07	76.90%	0.636	0.23101
1	0.33	5	100,000	37	40	36	7.53E+06	92.85%	1.146	0.07152
5	1.66	4	10,000	164	165	159	3.25E+06	96.91%	1.510	0.03089
10	3.32	4	10,000	33	35	29	6.47E+05	99.39%	2.212	0.00614
30	9.95	3	1,000	106	101	101	2.05E+05	99.805%	2.710	0.00195
60	19.90	3	1,000	40	41	43	8.27E+04	99.9215%	3.105	0.00078



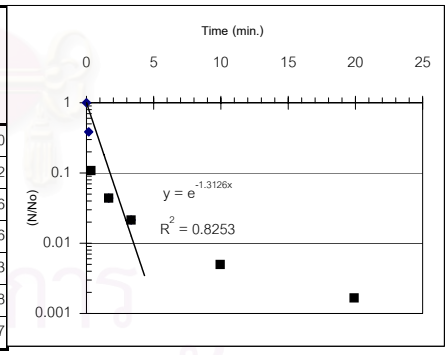
ชุดการทดลองที่ 214 น้ำดิบ+Humic acid 3.0 mg/l + Tanic acid 5.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	180	186	181	3.65E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	71	67	64	1.35E+07	63.07%	0.433	0.36929
1	0.33	5	100,000	17	24	21	4.13E+06	88.67%	0.946	0.11335
5	1.66	4	10,000	76	79	83	1.59E+06	95.65%	1.361	0.04351
10	3.32	4	10,000	37	41	38	7.73E+05	97.88%	1.674	0.02121
30	9.95	3	1,000	89	88	94	1.81E+05	99.505%	2.305	0.00495
60	19.90	3	1,000	29	28	33	6.00E+04	99.8355%	2.784	0.00165



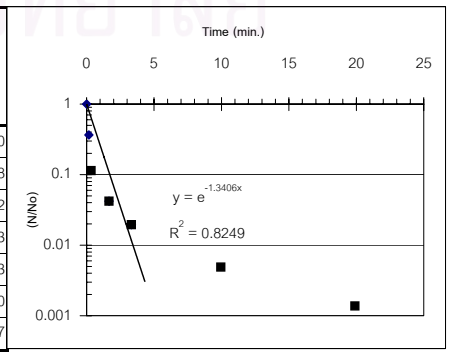
ชุดการทดลองที่ 215 น้ำดิบ+Humic acid 3.0 mg/l + Tanic acid 5.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	181	179	186	3.64E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	72	68	70	1.40E+07	61.54%	0.415	0.38462
1	0.33	5	100,000	17	22	20	3.93E+06	89.19%	0.966	0.10806
5	1.66	4	10,000	84	78	78	1.60E+06	95.60%	1.357	0.04396
10	3.32	4	10,000	43	35	39	7.80E+05	97.86%	1.669	0.02143
30	9.95	3	1,000	93	87	92	1.81E+05	99.502%	2.303	0.00498
60	19.90	3	1,000	29	30	32	6.07E+04	99.8333%	2.778	0.00167



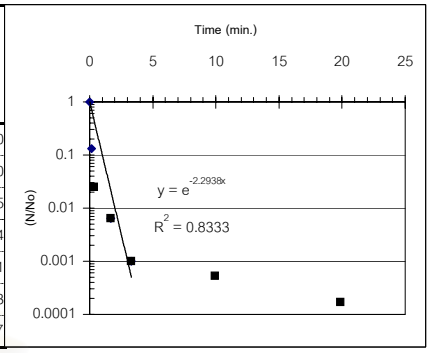
ชุดการทดลองที่ 216 น้ำดิบ+Humic acid 3.0 mg/l + Tanic acid 5.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	186	187	180	3.69E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	67	70	65	1.35E+07	63.47%	0.437	0.36528
1	0.33	5	100,000	22	19	22	4.20E+06	88.61%	0.943	0.11392
5	1.66	4	10,000	77	79	77	1.55E+06	95.79%	1.375	0.04213
10	3.32	4	10,000	37	34	37	7.20E+05	98.05%	1.709	0.01953
30	9.95	3	1,000	91	88	92	1.81E+05	99.510%	2.310	0.00490
60	19.90	3	1,000	25	27	24	5.07E+04	99.8626%	2.862	0.00137



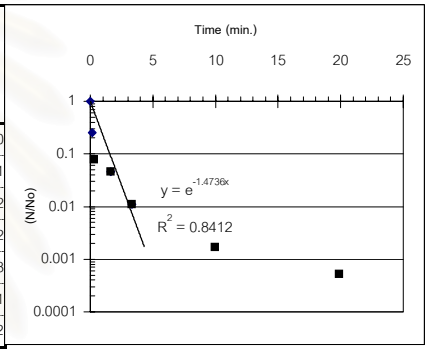
ชุดการทดลองที่ 217 น้ำดิบ+Humic acid 5.0 mg/l + Tanic acid 0.5 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก			จำนวน	ประสิทธิภาพ		Survival
(นาที)	(นาที)	10^n		ที่นับได้ในplateที่			ไวรัส	ในการกำจัดโคลิฟาจ		ratio
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	142	146	138	2.84E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	21	17	19	3.80E+06	86.62%	0.874	0.13380
1	0.33	4	10,000	38	33	34	7.00E+05	97.54%	1.608	0.02465
5	1.66	4	10,000	10	8	9	1.80E+05	99.37%	2.198	0.00634
10	3.32	3	1,000	15	11	17	2.87E+04	99.90%	2.996	0.00101
30	9.95	2	100	76	74	74	1.49E+04	99.947%	3.279	0.00053
60	19.90	2	100	24	25	24	4.87E+03	99.9829%	3.766	0.00017



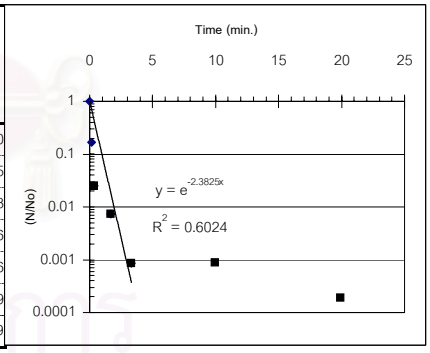
ชุดการทดลองที่ 218 น้ำดิบ+Humic acid 5.0 mg/l + Tanic acid 0.5 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก			จำนวน	ประสิทธิภาพ		Survival
(นาที)	(นาที)	10^n		ที่นับได้ในplateที่			ไวรัส	ในการกำจัดโคลิฟาจ		ratio
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	95	92	88	1.83E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	19	23	27	4.60E+06	74.91%	0.600	0.25091
1	0.33	4	10,000	71	70	73	1.43E+06	92.22%	1.109	0.07782
5	1.66	4	10,000	41	40	45	8.40E+05	95.42%	1.339	0.04582
10	3.32	3	1,000	99	100	103	2.01E+05	98.90%	1.959	0.01098
30	9.95	3	1,000	18	14	15	3.13E+04	99.829%	2.767	0.00171
60	19.90	2	100	46	51	45	9.47E+03	99.9484%	3.287	0.00052



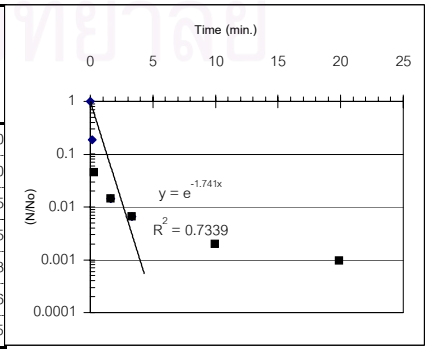
ชุดการทดลองที่ 219 น้ำดิบ+Humic acid 5.0 mg/l + Tanic acid 0.5 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก			จำนวน	ประสิทธิภาพ		Survival
(นาที)	(นาที)	10^n		ที่นับได้ในplateที่			ไวรัส	ในการกำจัดโคลิฟาจ		ratio
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	137	144	140	2.81E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	25	24	22	4.73E+06	83.14%	0.773	0.16865
1	0.33	4	10,000	30	37	39	7.07E+05	97.48%	1.599	0.02518
5	1.66	4	10,000	9	10	12	2.07E+05	99.26%	2.133	0.00736
10	3.32	3	1,000	10	13	13	2.40E+04	99.91%	3.068	0.00086
30	9.95	2	100	124	128	124	2.51E+04	99.911%	3.049	0.00089
60	19.90	2	100	29	21	30	5.33E+03	99.9810%	3.721	0.00019



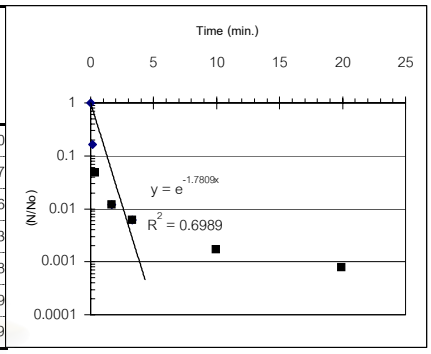
ชุดการทดลองที่ 220 น้ำดิบ+Humic acid 5.0 mg/l + Tanic acid 1.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก			จำนวน	ประสิทธิภาพ		Survival
(นาที)	(นาที)	10^n		ที่นับได้ในplateที่			ไวรัส	ในการกำจัดโคลิฟาจ		ratio
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	29	25	26	5.33E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	50	54	48	1.01E+07	81.00%	0.721	0.19000
1	0.33	4	10,000	126	120	120	2.44E+06	95.43%	1.340	0.04575
5	1.66	4	10,000	36	40	38	7.60E+05	98.58%	1.846	0.01425
10	3.32	3	1,000	174	177	175	3.51E+05	99.34%	2.182	0.00658
30	9.95	3	1,000	49	53	55	1.05E+05	99.804%	2.707	0.00196
60	19.90	3	1,000	23	27	26	5.07E+04	99.9050%	3.022	0.00095



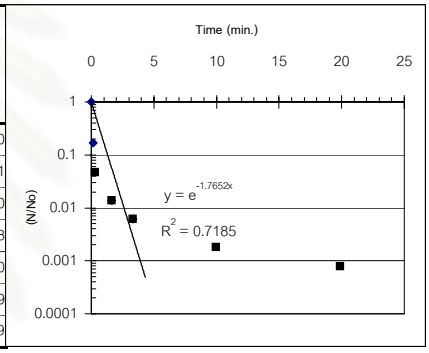
ชุดการทดลองที่ 221 น้ำดิบ+Humic acid 5.0 mg/l + Tanic acid 1.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก			จำนวน	ประสิทธิภาพ		Survival
(นาที)	(นาที)	10^n		ที่นับได้ในplateที่			ไวรัส	ในการกำจัดโคลิฟาจ		ratio
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	30	31	28	5.93E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	46	52	49	9.80E+06	83.48%	0.782	0.16517
1	0.33	4	10,000	148	145	141	2.89E+06	95.12%	1.312	0.04876
5	1.66	4	10,000	35	38	35	7.20E+05	98.79%	1.916	0.01213
10	3.32	3	1,000	182	179	180	3.61E+05	99.39%	2.216	0.00608
30	9.95	3	1,000	50	49	51	1.00E+05	99.831%	2.773	0.00169
60	19.90	3	1,000	24	27	19	4.67E+04	99.9213%	3.104	0.00079



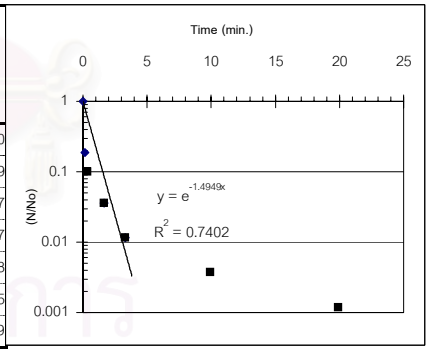
ชุดการทดลองที่ 222 น้ำดิบ+Humic acid 5.0 mg/l + Tanic acid 1.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก			จำนวน	ประสิทธิภาพ		Survival
(นาที)	(นาที)	10^n		ที่นับได้ในplateที่			ไวรัส	ในการกำจัดโคลิฟาจ		ratio
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	31	30	26	5.80E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	47	51	50	9.87E+06	82.99%	0.769	0.17011
1	0.33	4	10,000	139	136	133	2.72E+06	95.31%	1.329	0.04690
5	1.66	4	10,000	38	38	43	7.93E+05	98.63%	1.864	0.01368
10	3.32	3	1,000	178	177	176	3.54E+05	99.39%	2.214	0.00610
30	9.95	3	1,000	49	54	53	1.04E+05	99.821%	2.746	0.00179
60	19.90	3	1,000	27	21	21	4.60E+04	99.9207%	3.101	0.00079



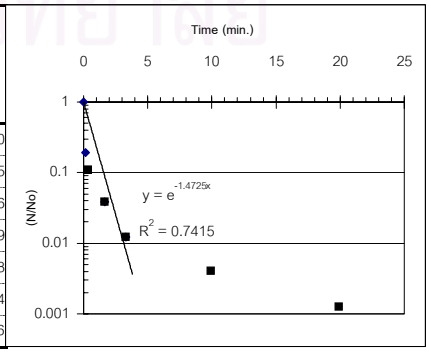
ชุดการทดลองที่ 223 น้ำดิบ+Humic acid 5.0 mg/l + Tanic acid 3.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก			จำนวน	ประสิทธิภาพ		Survival
(นาที)	(นาที)	10^n		ที่นับได้ในplateที่			ไวรัส	ในการกำจัดโคลิฟาจ		ratio
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	52	50	47	9.93E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	94	96	91	1.87E+07	81.14%	0.724	0.18859
1	0.33	5	100,000	47	47	56	1.00E+07	89.93%	0.997	0.10067
5	1.66	4	10,000	179	178	182	3.59E+06	96.38%	1.442	0.03617
10	3.32	4	10,000	57	57	57	1.14E+06	98.85%	1.940	0.01148
30	9.95	3	1,000	185	185	189	3.73E+05	99.625%	2.426	0.00375
60	19.90	3	1,000	57	57	63	1.18E+05	99.8812%	2.925	0.00119



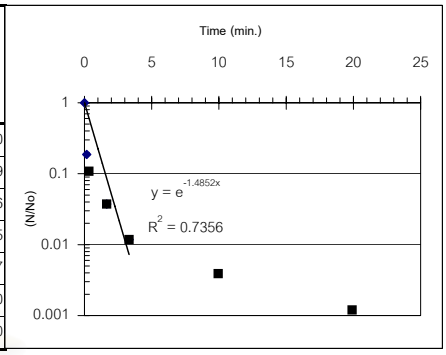
ชุดการทดลองที่ 224 น้ำดิบ+Humic acid 5.0 mg/l + Tanic acid 3.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก			จำนวน	ประสิทธิภาพ		Survival
(นาที)	(นาที)	10^n		ที่นับได้ในplateที่			ไวรัส	ในการกำจัดโคลิฟาจ		ratio
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	47	47	48	9.47E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	94	89	90	1.82E+07	80.77%	0.716	0.19225
1	0.33	5	100,000	55	49	53	1.05E+07	88.94%	0.956	0.11056
5	1.66	4	10,000	184	182	182	3.65E+06	96.14%	1.414	0.03859
10	3.32	4	10,000	55	61	57	1.15E+06	98.78%	1.914	0.01218
30	9.95	3	1,000	190	190	193	3.82E+05	99.596%	2.394	0.00404
60	19.90	3	1,000	61	55	63	1.19E+05	99.8739%	2.899	0.00126



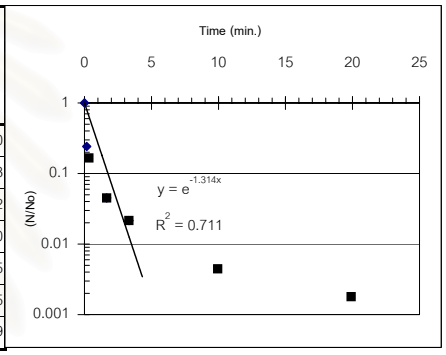
ชุดการทดลองที่ 225 น้ำดิบ+Humic acid 5.0 mg/l + Tanic acid 3.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที) T_{run}	(นาที) T_{exp}	10^n n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	50	47	50	9.80E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	93	90	91	1.83E+07	81.36%	0.730	0.18639
1	0.33	5	100,000	50	53	56	1.06E+07	89.18%	0.966	0.10816
5	1.66	4	10,000	186	180	183	3.66E+06	96.27%	1.428	0.03735
10	3.32	4	10,000	55	55	63	1.15E+06	98.82%	1.929	0.01177
30	9.95	3	1,000	193	188	192	3.82E+05	99.610%	2.409	0.00390
60	19.90	3	1,000	58	62	56	1.17E+05	99.8803%	2.922	0.00120



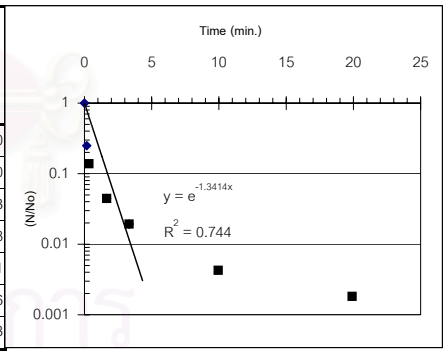
ชุดการทดลองที่ 226 น้ำดิบ+Humic acid 5.0 mg/l + Tanic acid 5.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที) T_{run}	(นาที) T_{exp}	10^n n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	19	23	16	3.87E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	45	48	47	9.33E+06	75.86%	0.617	0.24138
1	0.33	5	100,000	32	34	30	6.40E+06	83.45%	0.781	0.16552
5	1.66	4	10,000	85	91	85	1.74E+06	95.50%	1.347	0.04500
10	3.32	4	10,000	41	42	42	8.33E+05	97.84%	1.667	0.02155
30	9.95	3	1,000	85	87	86	1.72E+05	99.555%	2.352	0.00445
60	19.90	3	1,000	33	34	37	6.93E+04	99.8207%	2.746	0.00179



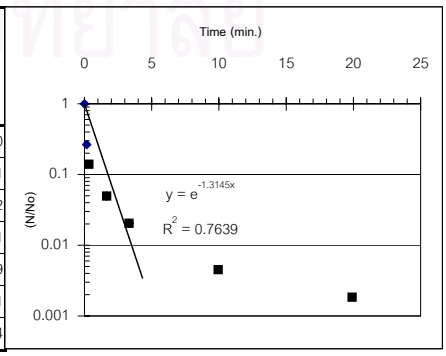
ชุดการทดลองที่ 227 น้ำดิบ+Humic acid 5.0 mg/l + Tanic acid 5.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที) T_{run}	(นาที) T_{exp}	10^n n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	18	20	20	3.87E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	45	47	53	9.67E+06	75.00%	0.602	0.25000
1	0.33	5	100,000	25	27	28	5.33E+06	86.21%	0.860	0.13793
5	1.66	4	10,000	89	84	85	1.72E+06	95.55%	1.352	0.04448
10	3.32	4	10,000	34	36	42	7.47E+05	98.07%	1.714	0.01931
30	9.95	3	1,000	79	86	82	1.65E+05	99.574%	2.371	0.00426
60	19.90	3	1,000	32	38	36	7.07E+04	99.8172%	2.738	0.00183



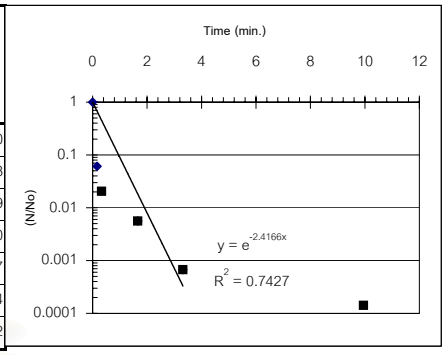
ชุดการทดลองที่ 228 น้ำดิบ+Humic acid 5.0 mg/l + Tanic acid 5.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที) T_{run}	(นาที) T_{exp}	10^n n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	15	17	19	3.40E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	45	43	47	9.00E+06	73.53%	0.577	0.26471
1	0.33	5	100,000	23	23	25	4.73E+06	86.08%	0.856	0.13922
5	1.66	4	10,000	84	86	83	1.69E+06	95.04%	1.304	0.04961
10	3.32	4	10,000	34	37	33	6.93E+05	97.96%	1.691	0.02039
30	9.95	3	1,000	78	75	77	1.53E+05	99.549%	2.346	0.00451
60	19.90	3	1,000	30	31	33	6.27E+04	99.8157%	2.734	0.00184



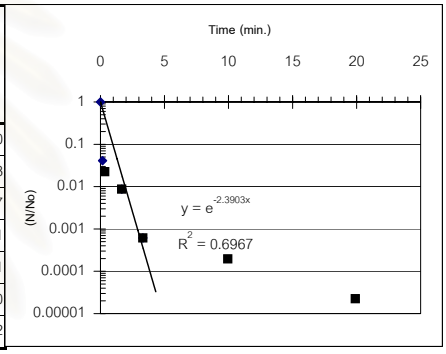
ชุดการทดลองที่ 229 น้ำดิบ+Humic acid 0.5 mg/l + Lignin 0.5 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัส	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	26	32	24	5.47E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	17	16	17	3.33E+06	93.90%	1.215	0.06098
1	0.33	4	10,000	58	54	56	1.12E+06	97.95%	1.689	0.02049
5	1.66	3	1,000	151	151	157	3.06E+05	99.44%	2.252	0.00560
10	3.32	3	1,000	19	19	17	3.67E+04	99.93%	3.173	0.00067
30	9.95	2	100	40	36	40	7.73E+03	99.986%	3.849	0.00014
60	19.90	1	10	58	58	52	1.12E+03	99.9980%	4.689	0.00002



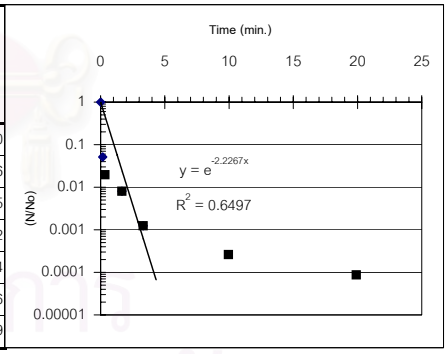
ชุดการทดลองที่ 230 น้ำดิบ+Humic acid 0.5 mg/l + Lignin 0.5 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัส	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	28	24	33	5.67E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	10	13	12	2.33E+06	95.88%	1.385	0.04118
1	0.33	4	10,000	66	63	62	1.27E+06	97.75%	1.648	0.02247
5	1.66	4	10,000	27	23	24	4.93E+05	99.13%	2.060	0.00871
10	3.32	3	1,000	15	18	19	3.47E+04	99.94%	3.213	0.00061
30	9.95	2	100	55	54	57	1.11E+04	99.980%	3.709	0.00020
60	19.90	1	10	65	63	63	1.27E+03	99.9978%	4.648	0.00002



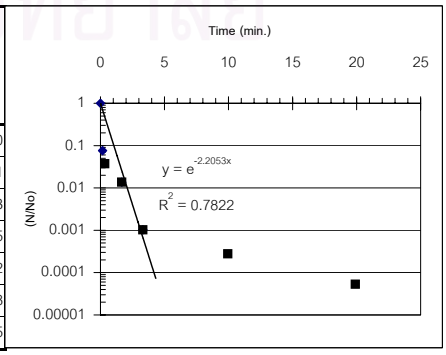
ชุดการทดลองที่ 231 น้ำดิบ+Humic acid 0.5 mg/l + Lignin 0.5 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัส	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	32	25	29	5.73E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	15	18	11	2.93E+06	94.88%	1.291	0.05116
1	0.33	4	10,000	56	58	55	1.13E+06	98.03%	1.707	0.01965
5	1.66	4	10,000	21	21	27	4.60E+05	99.20%	2.096	0.00802
10	3.32	3	1,000	34	36	37	7.13E+04	99.88%	2.905	0.00124
30	9.95	2	100	73	77	74	1.49E+04	99.974%	3.584	0.00026
60	19.90	2	100	27	26	22	5.00E+03	99.9913%	4.059	0.00009



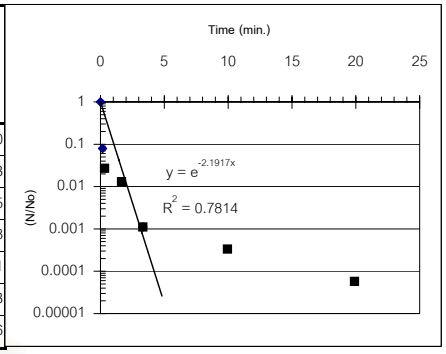
ชุดการทดลองที่ 232 น้ำดิบ+Humic acid 0.5 mg/l + Lignin 1.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัส	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	45	46	46	9.13E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	32	34	38	6.93E+06	92.41%	1.120	0.07591
1	0.33	5	100,000	18	16	17	3.40E+06	96.28%	1.429	0.03723
5	1.66	4	10,000	63	66	58	1.25E+06	98.64%	1.865	0.01365
10	3.32	3	1,000	45	48	47	9.33E+04	99.90%	2.991	0.00102
30	9.95	3	1,000	12	11	15	2.53E+04	99.972%	3.557	0.00028
60	19.90	2	100	22	22	29	4.87E+03	99.9947%	4.273	0.00005



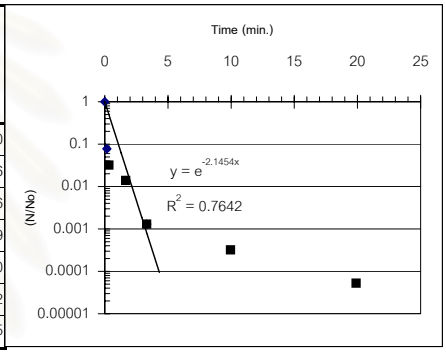
ชุดการทดลองที่ 233 น้ำดิบ+Humic acid 0.5 mg/l + Lignin 1.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	46	45	50	9.40E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	38	35	39	7.47E+06	92.06%	1.100	0.07943
1	0.33	5	100,000	12	10	16	2.53E+06	97.30%	1.569	0.02695
5	1.66	4	10,000	59	64	60	1.22E+06	98.70%	1.887	0.01298
10	3.32	3	1,000	55	51	50	1.04E+05	99.89%	2.956	0.00111
30	9.95	3	1,000	11	17	19	3.13E+04	99.967%	3.477	0.00033
60	19.90	2	100	27	26	28	5.40E+03	99.9943%	4.241	0.00006



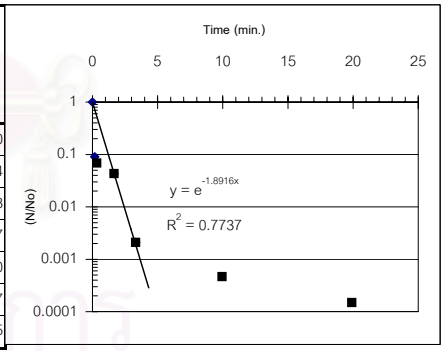
ชุดการทดลองที่ 234 น้ำดิบ+Humic acid 0.5 mg/l + Lignin 1.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	42	47	42	8.73E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	38	32	32	6.80E+06	92.21%	1.109	0.07786
1	0.33	5	100,000	12	14	16	2.80E+06	96.79%	1.494	0.03206
5	1.66	4	10,000	63	60	59	1.21E+06	98.61%	1.857	0.01389
10	3.32	3	1,000	55	57	58	1.13E+05	99.87%	2.887	0.00130
30	9.95	3	1,000	10	16	16	2.80E+04	99.968%	3.494	0.00032
60	19.90	2	100	28	20	21	4.60E+03	99.9947%	4.278	0.00005



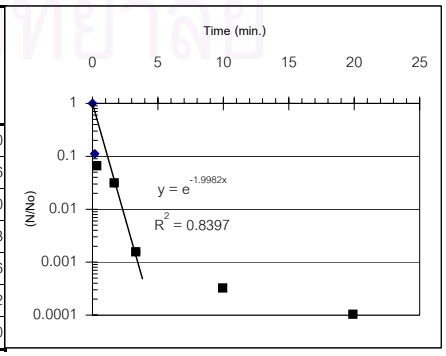
ชุดการทดลองที่ 235 น้ำดิบ+Humic acid 0.5 mg/l + Lignin 3.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	13	15	13	2.73E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	16	10	11	2.47E+06	90.98%	1.045	0.09024
1	0.33	4	10,000	97	91	94	1.88E+06	93.12%	1.163	0.06878
5	1.66	4	10,000	60	59	58	1.18E+06	95.68%	1.365	0.04317
10	3.32	3	1,000	29	27	30	5.73E+04	99.79%	2.678	0.00210
30	9.95	2	100	61	65	65	1.27E+04	99.953%	3.332	0.00047
60	19.90	2	100	21	18	22	4.07E+03	99.9851%	3.827	0.00015



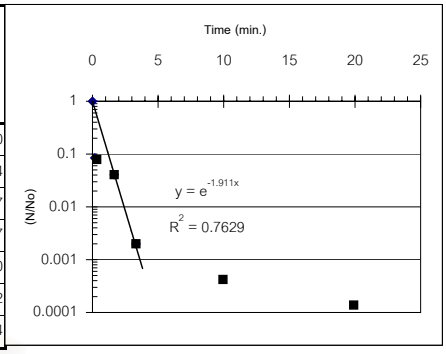
ชุดการทดลองที่ 236 น้ำดิบ+Humic acid 0.5 mg/l + Lignin 3.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	21	17	21	3.93E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	25	22	19	4.40E+06	88.81%	0.951	0.11186
1	0.33	4	10,000	128	132	130	2.60E+06	93.39%	1.180	0.06610
5	1.66	4	10,000	60	60	66	1.24E+06	96.85%	1.501	0.03153
10	3.32	3	1,000	29	30	33	6.13E+04	99.84%	2.807	0.00156
30	9.95	2	100	67	64	60	1.27E+04	99.968%	3.490	0.00032
60	19.90	2	100	21	19	21	4.07E+03	99.9897%	3.986	0.00010



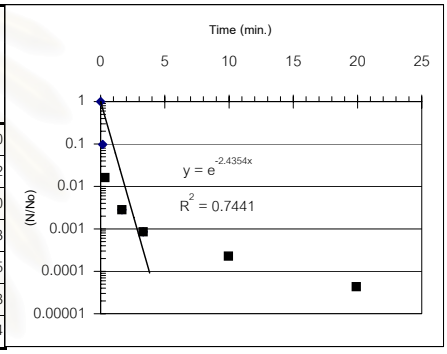
ชุดการทดลองที่ 237 น้ำดิบ+Humic acid 0.5 mg/l + Lignin 3.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที) T_{run}	(นาที) T_{exp}	10^n n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	21	12	12	3.00E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	11	12	15	2.53E+06	91.56%	1.073	0.08444
1	0.33	4	10,000	118	119	117	2.36E+06	92.13%	1.104	0.07867
5	1.66	4	10,000	60	66	57	1.22E+06	95.93%	1.391	0.04067
10	3.32	3	1,000	27	31	32	6.00E+04	99.80%	2.699	0.00200
30	9.95	2	100	66	63	61	1.27E+04	99.958%	3.374	0.00042
60	19.90	2	100	24	20	18	4.13E+03	99.9862%	3.861	0.00014



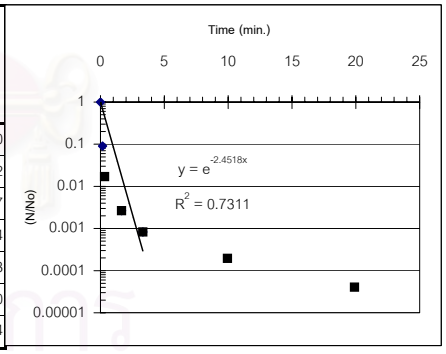
ชุดการทดลองที่ 238 น้ำดิบ+Humic acid 1.0 mg/l + Lignin 0.5 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที) T_{run}	(นาที) T_{exp}	10^n n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	36	38	34	7.20E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	33	39	33	7.00E+06	90.28%	1.012	0.09722
1	0.33	4	10,000	55	61	59	1.17E+06	98.38%	1.790	0.01620
5	1.66	3	1,000	102	104	100	2.04E+05	99.72%	2.548	0.00283
10	3.32	3	1,000	29	30	33	6.13E+04	99.91%	3.070	0.00085
30	9.95	2	100	79	82	84	1.63E+04	99.977%	3.644	0.00023
60	19.90	2	100	12	17	18	3.13E+03	99.9956%	4.361	0.00004



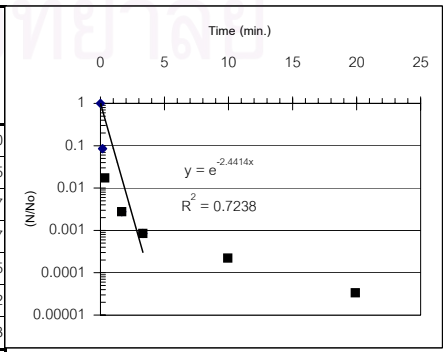
ชุดการทดลองที่ 239 น้ำดิบ+Humic acid 1.0 mg/l + Lignin 0.5 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที) T_{run}	(นาที) T_{exp}	10^n n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	42	34	40	7.73E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	37	36	32	7.00E+06	90.95%	1.043	0.09052
1	0.33	4	10,000	66	67	65	1.32E+06	98.29%	1.768	0.01707
5	1.66	3	1,000	98	103	105	2.04E+05	99.74%	2.579	0.00264
10	3.32	3	1,000	31	33	32	6.40E+04	99.92%	3.082	0.00083
30	9.95	2	100	76	76	75	1.51E+04	99.980%	3.708	0.00020
60	19.90	2	100	14	19	14	3.13E+03	99.9959%	4.392	0.00004



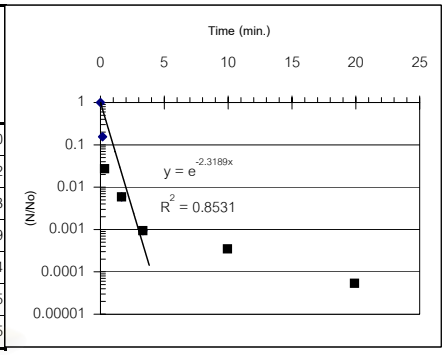
ชุดการทดลองที่ 240 น้ำดิบ+Humic acid 1.0 mg/l + Lignin 0.5 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที) T_{run}	(นาที) T_{exp}	10^n n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	37	37	36	7.33E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	34	30	30	6.27E+06	91.45%	1.068	0.08545
1	0.33	4	10,000	61	62	67	1.27E+06	98.27%	1.763	0.01727
5	1.66	3	1,000	99	102	104	2.03E+05	99.72%	2.557	0.00277
10	3.32	3	1,000	29	32	32	6.20E+04	99.92%	3.073	0.00085
30	9.95	2	100	84	82	78	1.63E+04	99.978%	3.654	0.00022
60	19.90	2	100	10	15	12	2.47E+03	99.9966%	4.473	0.00003



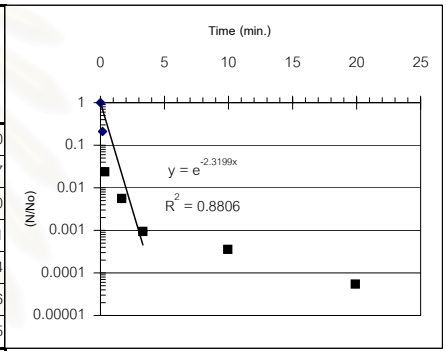
ชุดการทดลองที่ 241 น้ำดิบ+Humic acid 1.0 mg/l + Lignin 1 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก ที่นับได้ในplateที่			จำนวน ไวรัส	ประสิทธิภาพ ในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	12	17	18	3.13E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	24	24	25	4.87E+06	84.47%	0.809	0.15532
1	0.33	4	10,000	44	42	42	8.53E+05	97.28%	1.565	0.02723
5	1.66	3	1,000	91	92	94	1.85E+05	99.41%	2.230	0.00589
10	3.32	2	100	147	146	147	2.93E+04	99.91%	3.029	0.00094
30	9.95	2	100	53	58	52	1.09E+04	99.965%	3.460	0.00035
60	19.90	1	10	85	86	82	1.69E+03	99.9946%	4.269	0.00005



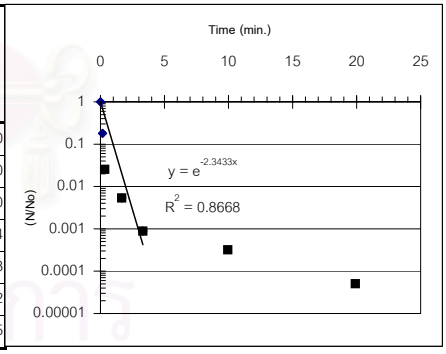
ชุดการทดลองที่ 242 น้ำดิบ+Humic acid 1.0 mg/l + Lignin 1 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก ที่นับได้ในplateที่			จำนวน ไวรัส	ประสิทธิภาพ ในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	14	19	13	3.07E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	33	33	31	6.47E+06	78.91%	0.676	0.21087
1	0.33	4	10,000	36	38	35	7.27E+05	97.63%	1.625	0.02370
5	1.66	3	1,000	85	85	88	1.72E+05	99.44%	2.251	0.00561
10	3.32	2	100	140	147	146	2.89E+04	99.91%	3.026	0.00094
30	9.95	2	100	55	57	52	1.09E+04	99.964%	3.448	0.00036
60	19.90	1	10	83	88	81	1.68E+03	99.9945%	4.261	0.00005



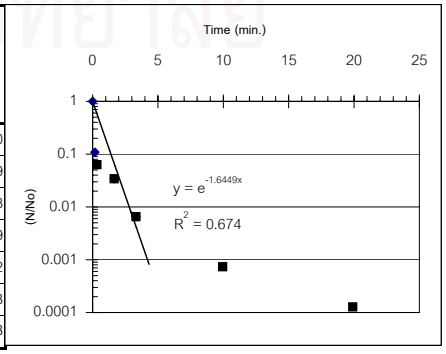
ชุดการทดลองที่ 243 น้ำดิบ+Humic acid 1.0 mg/l + Lignin 1 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก ที่นับได้ในplateที่			จำนวน ไวรัส	ประสิทธิภาพ ในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	19	15	16	3.33E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	30	31	29	6.00E+06	82.00%	0.745	0.18000
1	0.33	4	10,000	42	44	41	8.47E+05	97.46%	1.595	0.02540
5	1.66	3	1,000	90	86	91	1.78E+05	99.47%	2.272	0.00534
10	3.32	2	100	149	144	148	2.94E+04	99.91%	3.055	0.00088
30	9.95	2	100	54	50	55	1.06E+04	99.968%	3.498	0.00032
60	19.90	1	10	86	80	86	1.68E+03	99.9950%	4.298	0.00005



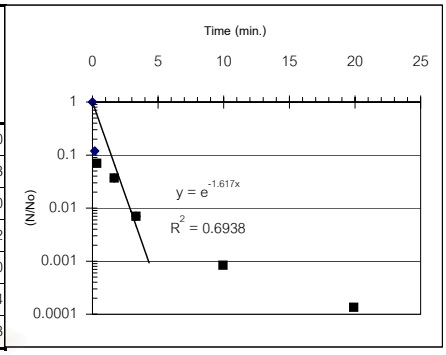
ชุดการทดลองที่ 244 น้ำดิบ+Humic acid 1.0 mg/l + Lignin 3 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก ที่นับได้ในplateที่			จำนวน ไวรัส	ประสิทธิภาพ ในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	47	43	42	8.80E+06	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	4	10,000	48	49	47	9.60E+05	89.09%	0.962	0.10909
1	0.33	4	10,000	29	27	27	5.53E+05	93.71%	1.201	0.06288
5	1.66	4	10,000	12	15	18	3.00E+05	96.59%	1.467	0.03409
10	3.32	3	1,000	26	27	33	5.73E+04	99.35%	2.186	0.00652
30	9.95	2	100	36	31	30	6.47E+03	99.927%	3.134	0.00073
60	19.90	1	10	58	54	57	1.13E+03	99.9872%	3.893	0.00013



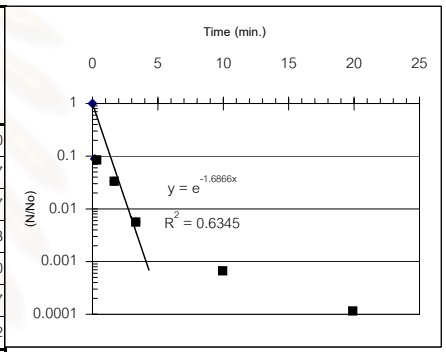
ชุดการทดลองที่ 245 น้ำดิบ+Humic acid 1.0 mg/l + Lignin 3.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก ที่นับได้ในplateที่			จำนวน ไวรัส	ประสิทธิภาพ ในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	44	44	42	8.67E+06	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	4	10,000	51	52	52	1.03E+06	88.08%	0.924	0.11923
1	0.33	4	10,000	28	31	32	6.07E+05	93.00%	1.155	0.07000
5	1.66	4	10,000	16	15	17	3.20E+05	96.31%	1.433	0.03692
10	3.32	3	1,000	33	31	27	6.07E+04	99.30%	2.155	0.00700
30	9.95	2	100	37	37	35	7.27E+03	99.916%	3.077	0.00084
60	19.90	1	10	62	59	54	1.17E+03	99.9865%	3.871	0.00013



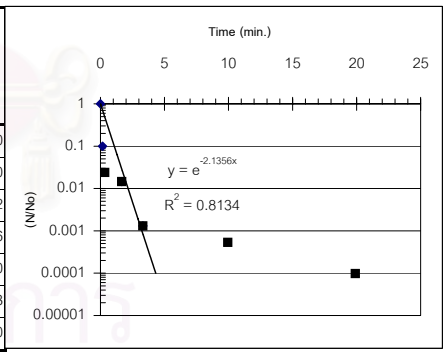
ชุดการทดลองที่ 246 น้ำดิบ+Humic acid 1.0 mg/l + Lignin 3.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก ที่นับได้ในplateที่			จำนวน ไวรัส	ประสิทธิภาพ ในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	51	48	51	1.00E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	4	10,000	45	42	46	8.87E+05	91.13%	1.052	0.08867
1	0.33	4	10,000	41	44	42	8.47E+05	91.53%	1.072	0.08467
5	1.66	4	10,000	17	14	19	3.33E+05	96.67%	1.477	0.03333
10	3.32	3	1,000	27	25	32	5.60E+04	99.44%	2.252	0.00560
30	9.95	2	100	34	35	31	6.67E+03	99.933%	3.176	0.00067
60	19.90	1	10	59	56	58	1.15E+03	99.9885%	3.938	0.00012



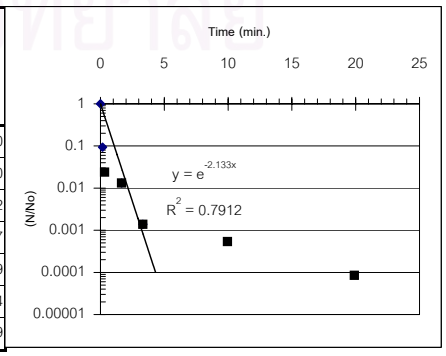
ชุดการทดลองที่ 247 น้ำดิบ+Humic acid 3.0 mg/l + Lignin 0.5 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก ที่นับได้ในplateที่			จำนวน ไวรัส	ประสิทธิภาพ ในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	29	28	22	5.27E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	25	29	25	5.27E+06	90.00%	1.000	0.10000
1	0.33	4	10,000	64	63	62	1.26E+06	97.61%	1.621	0.02392
5	1.66	4	10,000	41	35	39	7.67E+05	98.54%	1.837	0.01456
10	3.32	3	1,000	33	38	32	6.87E+04	99.87%	2.885	0.00130
30	9.95	2	100	140	140	142	2.81E+04	99.947%	3.272	0.00053
60	19.90	2	100	28	21	28	5.13E+03	99.9903%	4.011	0.00010



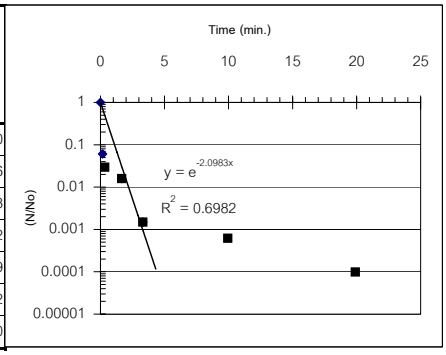
ชุดการทดลองที่ 248 น้ำดิบ+Humic acid 3.0 mg/l + Lignin 0.5 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก ที่นับได้ในplateที่			จำนวน ไวรัส	ประสิทธิภาพ ในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	27	25	30	5.47E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	28	27	22	5.13E+06	90.61%	1.027	0.09390
1	0.33	4	10,000	64	68	65	1.31E+06	97.60%	1.619	0.02402
5	1.66	4	10,000	34	33	41	7.20E+05	98.68%	1.880	0.01317
10	3.32	3	1,000	40	41	33	7.60E+04	99.86%	2.857	0.00139
30	9.95	2	100	146	146	150	2.95E+04	99.946%	3.268	0.00054
60	19.90	2	100	27	21	22	4.67E+03	99.9915%	4.069	0.00009



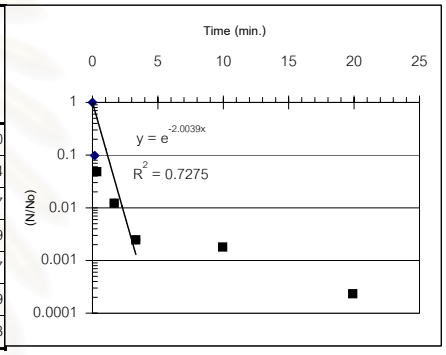
ชุดการทดลองที่ 249 น้ำดิบ+Humic acid 3.0 mg/l + Lignin 0.5 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	23	23	25	4.73E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	11	19	13	2.87E+06	93.94%	1.218	0.06056
1	0.33	5	100,000	10	8	3	1.40E+06	97.04%	1.529	0.02958
5	1.66	4	10,000	39	34	40	7.53E+05	98.41%	1.798	0.01592
10	3.32	3	1,000	36	37	33	7.07E+04	99.85%	2.826	0.00149
30	9.95	2	100	146	148	147	2.94E+04	99.938%	3.207	0.00062
60	19.90	2	100	24	23	23	4.67E+03	99.9901%	4.006	0.00010



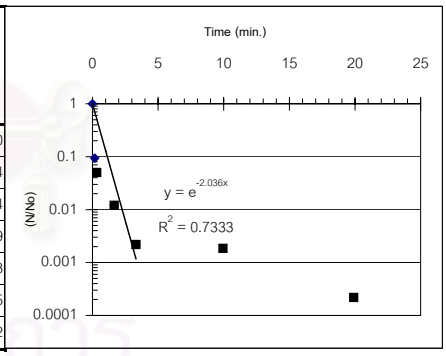
ชุดการทดลองที่ 250 น้ำดิบ+Humic acid 3.0 mg/l + Lignin 1.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	71	73	71	1.43E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	4	10,000	71	70	70	1.41E+06	90.19%	1.008	0.09814
1	0.33	4	10,000	39	31	34	6.93E+05	95.16%	1.315	0.04837
5	1.66	3	1,000	89	86	87	1.75E+05	98.78%	1.914	0.01219
10	3.32	3	1,000	21	15	17	3.53E+04	99.75%	2.608	0.00247
30	9.95	2	100	134	126	125	2.57E+04	99.821%	2.747	0.00179
60	19.90	2	100	17	15	18	3.33E+03	99.9767%	3.633	0.00023



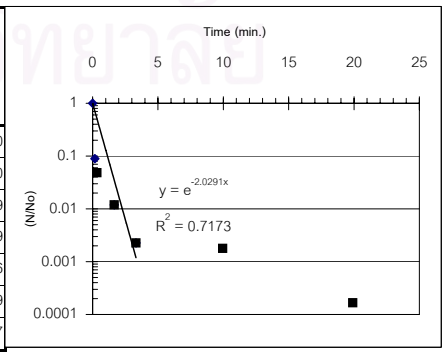
ชุดการทดลองที่ 251 น้ำดิบ+Humic acid 3.0 mg/l + Lignin 1.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	73	69	69	1.41E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	4	10,000	69	64	65	1.32E+06	90.62%	1.028	0.09384
1	0.33	4	10,000	34	38	34	7.07E+05	94.98%	1.299	0.05024
5	1.66	3	1,000	87	86	80	1.69E+05	98.80%	1.921	0.01199
10	3.32	3	1,000	12	20	14	3.07E+04	99.78%	2.662	0.00218
30	9.95	2	100	130	132	128	2.60E+04	99.815%	2.733	0.00185
60	19.90	2	100	10	17	19	3.07E+03	99.9782%	3.662	0.00022



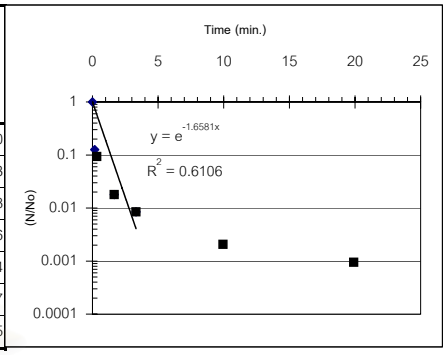
ชุดการทดลองที่ 252 น้ำดิบ+Humic acid 3.0 mg/l + Lignin 1.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	67	75	75	1.45E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	4	10,000	65	66	63	1.29E+06	91.06%	1.049	0.08940
1	0.33	4	10,000	34	36	35	7.00E+05	95.16%	1.315	0.04839
5	1.66	3	1,000	81	88	89	1.72E+05	98.81%	1.925	0.01189
10	3.32	3	1,000	14	20	15	3.27E+04	99.77%	2.646	0.00226
30	9.95	2	100	128	126	134	2.59E+04	99.821%	2.748	0.00179
60	19.90	2	100	13	13	10	2.40E+03	99.9834%	3.780	0.00017



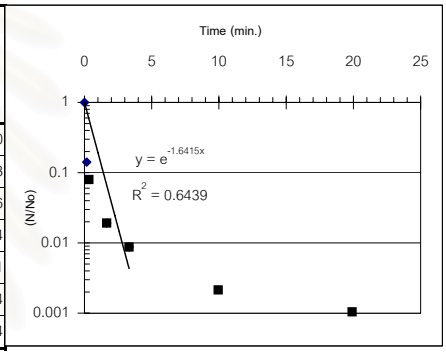
ชุดการทดลองที่ 253 น้ำดิบ+Humic acid 3.0 mg/l + Lignin 3.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	49	47	51	9.80E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	65	61	60	1.24E+07	87.35%	0.898	0.12653
1	0.33	5	100,000	50	47	41	9.20E+06	90.61%	1.027	0.09388
5	1.66	4	10,000	88	88	88	1.76E+06	98.20%	1.746	0.01796
10	3.32	4	10,000	41	43	40	8.27E+05	99.16%	2.074	0.00844
30	9.95	3	1,000	102	99	103	2.03E+05	99.793%	2.684	0.00207
60	19.90	3	1,000	49	48	43	9.33E+04	99.9048%	3.021	0.00095



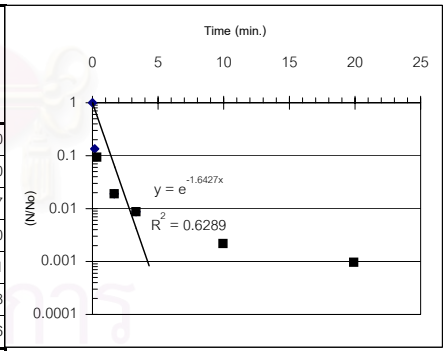
ชุดการทดลองที่ 254 น้ำดิบ+Humic acid 3.0 mg/l + Lignin 3.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	46	46	47	9.27E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	67	66	64	1.31E+07	85.83%	0.849	0.14173
1	0.33	5	100,000	38	36	37	7.40E+06	92.01%	1.098	0.07986
5	1.66	4	10,000	88	90	88	1.77E+06	98.09%	1.718	0.01914
10	3.32	4	10,000	41	39	41	8.07E+05	99.13%	2.060	0.00871
30	9.95	3	1,000	97	103	98	1.99E+05	99.786%	2.669	0.00214
60	19.90	3	1,000	50	47	48	9.67E+04	99.8957%	2.982	0.00104



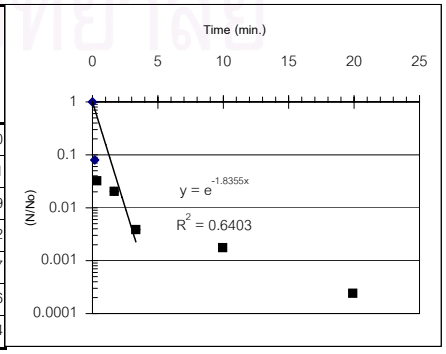
ชุดการทดลองที่ 255 น้ำดิบ+Humic acid 3.0 mg/l + Lignin 3.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	44	47	49	9.33E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	64	61	64	1.26E+07	86.50%	0.870	0.13500
1	0.33	5	100,000	45	41	45	8.73E+06	90.64%	1.029	0.09357
5	1.66	4	10,000	87	93	86	1.77E+06	98.10%	1.721	0.01900
10	3.32	4	10,000	45	38	39	8.13E+05	99.13%	2.060	0.00871
30	9.95	3	1,000	105	97	103	2.03E+05	99.782%	2.662	0.00218
60	19.90	3	1,000	43	44	48	9.00E+04	99.9036%	3.016	0.00096



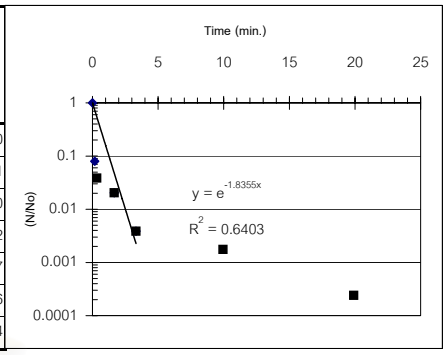
ชุดการทดลองที่ 256 น้ำดิบ+Humic acid 5.0 mg/l + Lignin 0.5 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	138	145	143	2.84E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	11	12	11	2.27E+06	92.02%	1.098	0.07981
1	0.33	4	10,000	46	47	45	9.20E+05	96.76%	1.490	0.03239
5	1.66	4	10,000	28	28	31	5.80E+05	97.96%	1.690	0.02042
10	3.32	3	1,000	56	53	56	1.10E+05	99.61%	2.412	0.00387
30	9.95	3	1,000	30	21	24	5.00E+04	99.824%	2.754	0.00176
60	19.90	2	100	36	32	35	6.87E+03	99.9758%	3.617	0.00024



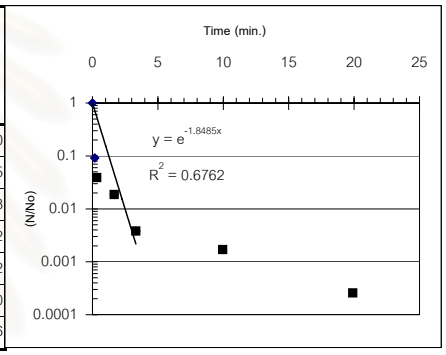
ชุดการทดลองที่ 257 น้ำดิบ+Humic acid 5.0 mg/l + Lignin 0.5 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	138	145	143	2.84E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	11	12	11	2.27E+06	92.02%	1.098	0.07981
1	0.33	4	10,000	56	57	51	1.09E+06	96.15%	1.415	0.03850
5	1.66	4	10,000	28	28	31	5.80E+05	97.96%	1.690	0.02042
10	3.32	3	1,000	56	53	56	1.10E+05	99.61%	2.412	0.00387
30	9.95	3	1,000	30	21	24	5.00E+04	99.824%	2.754	0.00176
60	19.90	2	100	36	32	35	6.87E+03	99.9758%	3.617	0.00024



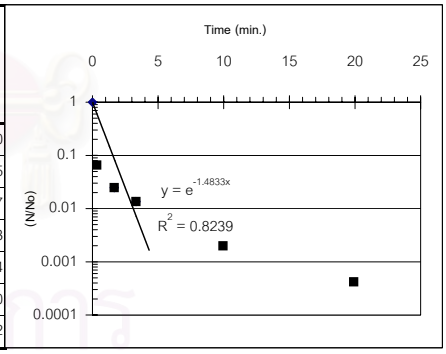
ชุดการทดลองที่ 258 น้ำดิบ+Humic acid 5.0 mg/l + Lignin 0.5 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	145	146	144	2.90E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	15	13	12	2.67E+06	90.80%	1.036	0.09195
1	0.33	4	10,000	59	53	58	1.13E+06	96.09%	1.408	0.03908
5	1.66	4	10,000	27	30	24	5.40E+05	98.14%	1.730	0.01862
10	3.32	3	1,000	53	54	59	1.11E+05	99.62%	2.418	0.00382
30	9.95	3	1,000	22	30	22	4.93E+04	99.830%	2.769	0.00170
60	19.90	2	100	41	36	35	7.47E+03	99.9743%	3.589	0.00026



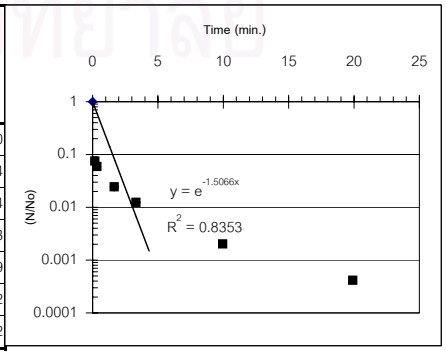
ชุดการทดลองที่ 259 น้ำดิบ+Humic acid 5.0 mg/l + Lignin 1.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	4	10,000	195	189	192	3.84E+06	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	4	10,000	14	15	14	2.87E+05	92.53%	1.127	0.07465
1	0.33	4	10,000	15	11	12	2.53E+05	93.40%	1.181	0.06597
5	1.66	3	1,000	47	49	47	9.53E+04	97.52%	1.605	0.02483
10	3.32	3	1,000	22	26	30	5.20E+04	98.65%	1.868	0.01354
30	9.95	2	100	36	41	38	7.67E+03	99.800%	2.700	0.00200
60	19.90	1	10	79	83	79	1.61E+03	99.9582%	3.378	0.00042



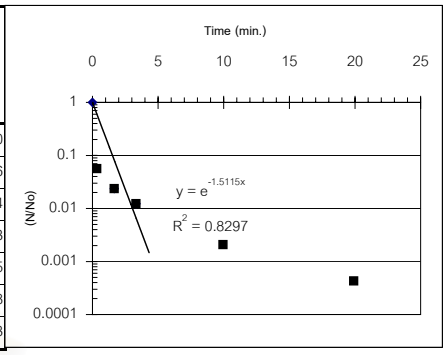
ชุดการทดลองที่ 260 น้ำดิบ+Humic acid 5.0 mg/l + Lignin 1.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	4	10,000	191	190	192	3.82E+06	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	4	10,000	18	12	13	2.87E+05	92.50%	1.125	0.07504
1	0.33	4	10,000	11	10	13	2.27E+05	94.07%	1.227	0.05934
5	1.66	3	1,000	42	47	51	9.33E+04	97.56%	1.612	0.02443
10	3.32	3	1,000	21	29	21	4.73E+04	98.76%	1.907	0.01239
30	9.95	2	100	39	38	39	7.73E+03	99.798%	2.694	0.00202
60	19.90	1	10	84	78	76	1.59E+03	99.9585%	3.382	0.00042



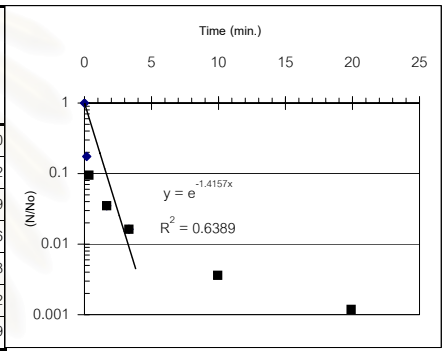
ชุดการทดลองที่ 261 น้ำดิบ+Humic acid 5.0 mg/l + Lignin 1.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที) T_{run}	(นาที) T_{exp}	10^n n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	4	10,000	187	192	188	3.78E+06	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	4	10,000	18	18	12	3.20E+05	91.53%	1.072	0.08466
1	0.33	4	10,000	10	11	11	2.13E+05	94.36%	1.248	0.05644
5	1.66	3	1,000	43	44	47	8.93E+04	97.64%	1.626	0.02363
10	3.32	3	1,000	21	21	28	4.67E+04	98.77%	1.908	0.01235
30	9.95	2	100	41	40	37	7.87E+03	99.792%	2.682	0.00208
60	19.90	1	10	76	84	83	1.62E+03	99.9571%	3.368	0.00043



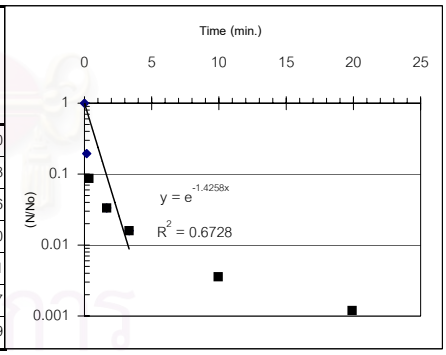
ชุดการทดลองที่ 262 น้ำดิบ+Humic acid 5.0 mg/l + Lignin 3.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที) T_{run}	(นาที) T_{exp}	10^n n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	36	42	35	7.53E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	67	69	62	1.32E+07	82.48%	0.756	0.17522
1	0.33	5	100,000	33	36	38	7.13E+06	90.53%	1.024	0.09469
5	1.66	4	10,000	131	132	132	2.63E+06	96.50%	1.456	0.03496
10	3.32	4	10,000	64	62	58	1.23E+06	98.37%	1.788	0.01628
30	9.95	3	1,000	135	134	140	2.73E+05	99.638%	2.441	0.00362
60	19.90	3	1,000	49	42	43	8.93E+04	99.8814%	2.926	0.00119



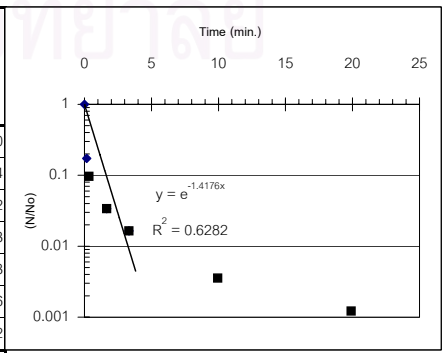
ชุดการทดลองที่ 263 น้ำดิบ+Humic acid 5.0 mg/l + Lignin 3.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที) T_{run}	(นาที) T_{exp}	10^n n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	39	39	37	7.67E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	75	71	78	1.49E+07	80.52%	0.710	0.19478
1	0.33	5	100,000	31	34	35	6.67E+06	91.30%	1.061	0.08696
5	1.66	4	10,000	124	126	133	2.55E+06	96.67%	1.477	0.03330
10	3.32	4	10,000	62	63	58	1.22E+06	98.41%	1.798	0.01591
30	9.95	3	1,000	140	135	136	2.74E+05	99.643%	2.447	0.00357
60	19.90	3	1,000	49	44	44	9.13E+04	99.8809%	2.924	0.00119



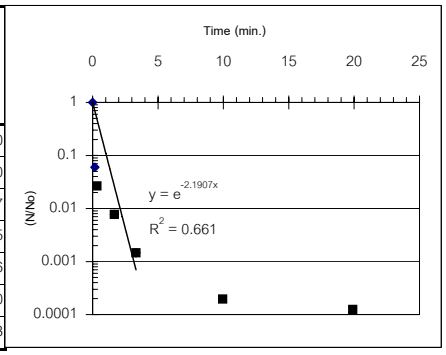
ชุดการทดลองที่ 264 น้ำดิบ+Humic acid 5.0 mg/l + Lignin 3.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที) T_{run}	(นาที) T_{exp}	10^n n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	38	43	34	7.67E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	67	66	66	1.33E+07	82.70%	0.762	0.17304
1	0.33	5	100,000	35	36	40	7.40E+06	90.35%	1.015	0.09652
5	1.66	4	10,000	131	127	131	2.59E+06	96.62%	1.471	0.03383
10	3.32	4	10,000	59	64	66	1.26E+06	98.36%	1.784	0.01643
30	9.95	3	1,000	135	137	137	2.73E+05	99.644%	2.449	0.00356
60	19.90	3	1,000	45	49	46	9.33E+04	99.8783%	2.915	0.00122



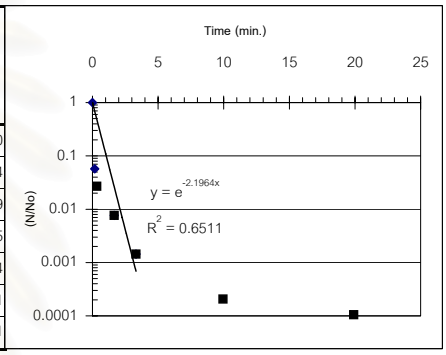
ชุดการทดลองที่ 265 Humic acid 0.5 mg/l + Tannic acid 0.5 mg/l + Lignin 0.5 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที) T_{run}	(นาที) T_{exp}	10^n n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	37	40	43	8.00E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	27	20	25	4.80E+06	94.00%	1.222	0.06000
1	0.33	5	100,000	10	11	11	2.13E+06	97.33%	1.574	0.02667
5	1.66	4	10,000	32	28	33	6.20E+05	99.23%	2.111	0.00775
10	3.32	3	1,000	62	53	60	1.17E+05	99.85%	2.836	0.00146
30	9.95	2	100	80	76	80	1.57E+04	99.980%	3.706	0.00020
60	19.90	2	100	49	50	51	1.00E+04	99.9875%	3.903	0.00013



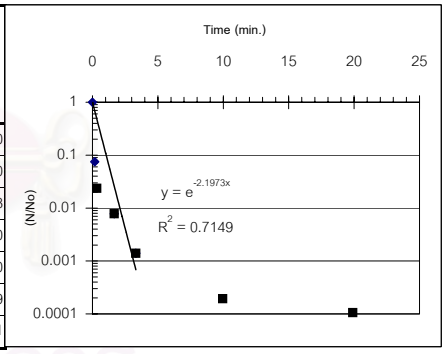
ชุดการทดลองที่ 266 Humic acid 0.5 mg/l + Tannic acid 0.5 mg/l + Lignin 0.5 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที) T_{run}	(นาที) T_{exp}	10^n n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	42	40	37	7.93E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	26	21	21	4.53E+06	94.29%	1.243	0.05714
1	0.33	5	100,000	10	11	11	2.13E+06	97.31%	1.570	0.02689
5	1.66	4	10,000	28	35	28	6.07E+05	99.24%	2.117	0.00765
10	3.32	3	1,000	58	58	55	1.14E+05	99.86%	2.843	0.00144
30	9.95	2	100	80	82	84	1.64E+04	99.979%	3.685	0.00021
60	19.90	2	100	38	43	44	8.33E+03	99.9895%	3.979	0.00011



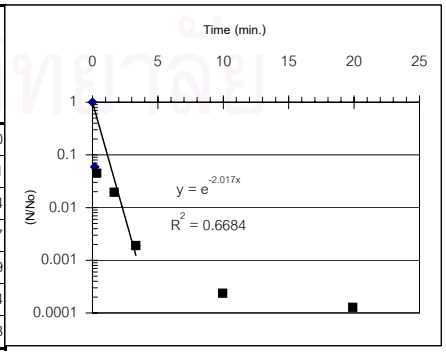
ชุดการทดลองที่ 267 Humic acid 0.5 mg/l + Tannic acid 0.5 mg/l + Lignin 0.5 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที) T_{run}	(นาที) T_{exp}	10^n n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	41	38	44	8.20E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	31	31	30	6.13E+06	92.52%	1.126	0.07480
1	0.33	5	100,000	9	11	9	1.93E+06	97.64%	1.628	0.02358
5	1.66	4	10,000	35	34	27	6.40E+05	99.22%	2.108	0.00780
10	3.32	3	1,000	57	58	57	1.15E+05	99.86%	2.854	0.00140
30	9.95	2	100	76	82	81	1.59E+04	99.981%	3.712	0.00019
60	19.90	2	100	45	41	44	8.67E+03	99.9894%	3.976	0.00011



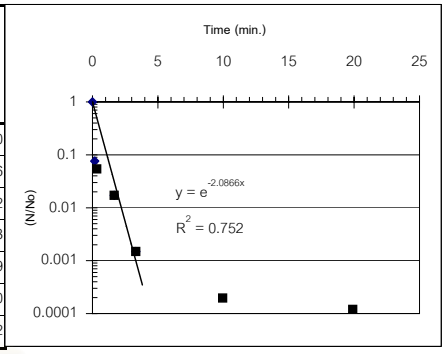
ชุดการทดลองที่ 268 Humic acid 0.5 mg/l + Tannic acid 0.5 mg/l + Lignin 1.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที) T_{run}	(นาที) T_{exp}	10^n n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	23	25	28	5.07E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	17	16	12	3.00E+06	94.08%	1.228	0.05921
1	0.33	5	100,000	11	11	12	2.27E+06	95.53%	1.349	0.04474
5	1.66	4	10,000	54	47	47	9.87E+05	98.05%	1.711	0.01947
10	3.32	3	1,000	46	50	48	9.60E+04	99.81%	2.722	0.00189
30	9.95	2	100	58	61	61	1.20E+04	99.976%	3.626	0.00024
60	19.90	2	100	31	36	30	6.47E+03	99.9872%	3.894	0.00013



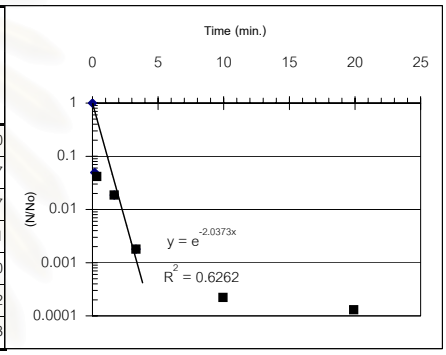
ชุดการทดลองที่ 269 Humic acid 0.5 mg/l + Tannic acid 0.5 mg/l + Lignin 1.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัส	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	25	32	30	5.80E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	20	22	24	4.40E+06	92.41%	1.120	0.07586
1	0.33	5	100,000	17	15	15	3.13E+06	94.60%	1.267	0.05402
5	1.66	4	10,000	49	46	54	9.93E+05	98.29%	1.766	0.01713
10	3.32	3	1,000	45	42	43	8.67E+04	99.85%	2.826	0.00149
30	9.95	2	100	56	58	57	1.14E+04	99.980%	3.707	0.00020
60	19.90	2	100	33	34	37	6.93E+03	99.9880%	3.922	0.00012



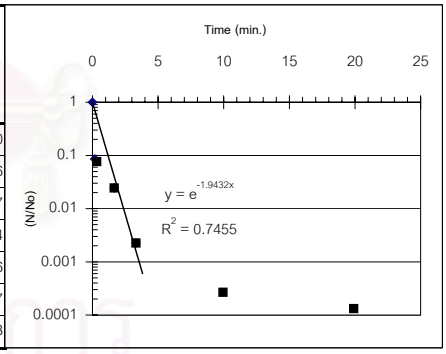
ชุดการทดลองที่ 270 Humic acid 0.5 mg/l + Tannic acid 0.5 mg/l + Lignin 1.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัส	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	27	27	25	5.27E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	15	11	13	2.60E+06	95.06%	1.307	0.04937
1	0.33	5	100,000	9	11	13	2.20E+06	95.82%	1.379	0.04177
5	1.66	4	10,000	47	54	46	9.80E+05	98.14%	1.730	0.01861
10	3.32	3	1,000	49	42	51	9.47E+04	99.82%	2.745	0.00180
30	9.95	2	100	54	62	59	1.17E+04	99.978%	3.655	0.00022
60	19.90	2	100	32	38	33	6.87E+03	99.9870%	3.885	0.00013



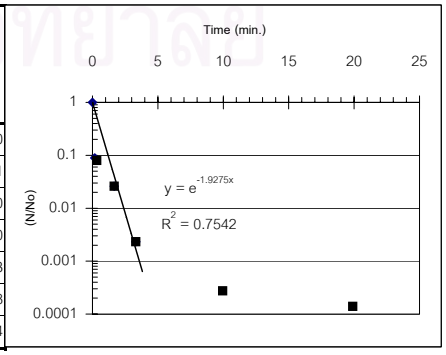
ชุดการทดลองที่ 271 Humic acid 0.5 mg/l + Tannic acid 0.5 mg/l + Lignin 3.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัส	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	25	32	33	6.00E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	24	28	25	5.13E+06	91.44%	1.068	0.08556
1	0.33	5	100,000	22	25	22	4.60E+06	92.33%	1.115	0.07667
5	1.66	4	10,000	72	74	74	1.47E+06	97.56%	1.612	0.02444
10	3.32	3	1,000	66	69	68	1.35E+05	99.77%	2.647	0.00226
30	9.95	2	100	81	83	76	1.60E+04	99.973%	3.574	0.00027
60	19.90	2	100	43	36	40	7.93E+03	99.9868%	3.879	0.00013



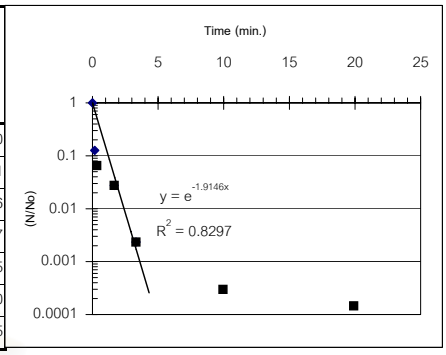
ชุดการทดลองที่ 272 Humic acid 0.5 mg/l + Tannic acid 0.5 mg/l + Lignin 3.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัส	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	28	24	33	5.67E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	25	27	24	5.07E+06	91.06%	1.049	0.08941
1	0.33	5	100,000	21	22	25	4.53E+06	92.00%	1.097	0.08000
5	1.66	4	10,000	75	72	74	1.47E+06	97.40%	1.585	0.02600
10	3.32	3	1,000	68	62	68	1.32E+05	99.77%	2.633	0.00233
30	9.95	2	100	83	76	75	1.56E+04	99.972%	3.560	0.00028
60	19.90	2	100	43	34	42	7.93E+03	99.9860%	3.854	0.00014



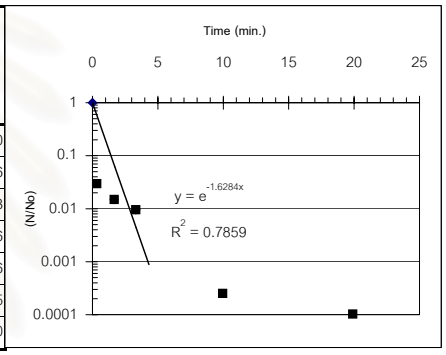
ชุดการทดลองที่ 273 Humic acid 0.5 mg/l + Tannic acid 0.5 mg/l + Lignin 3.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก			จำนวน	ประสิทธิภาพ		Survival
(นาที)	(นาที)	10^n		ที่นับได้ในplateที่			ไวรัส	ในการกำจัดโคลิฟาจ		ratio
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	24	31	28	5.53E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	35	31	39	7.00E+06	87.35%	0.898	0.12651
1	0.33	5	100,000	16	20	18	3.60E+06	93.49%	1.187	0.06506
5	1.66	4	10,000	76	77	75	1.52E+06	97.25%	1.561	0.02747
10	3.32	3	1,000	62	65	68	1.30E+05	99.77%	2.629	0.00235
30	9.95	2	100	80	83	84	1.65E+04	99.970%	3.526	0.00030
60	19.90	2	100	39	39	43	8.07E+03	99.9854%	3.836	0.00015



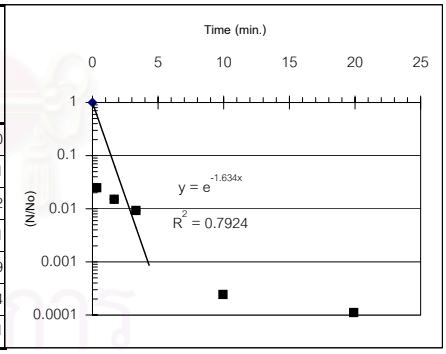
ชุดการทดลองที่ 274 Humic acid 1 mg/l + Tannic acid 0.5 mg/l + Lignin 0.5 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก			จำนวน	ประสิทธิภาพ		Survival
(นาที)	(นาที)	10^n		ที่นับได้ในplateที่			ไวรัส	ในการกำจัดโคลิฟาจ		ratio
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	47	44	44	9.00E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	37	32	33	6.80E+06	92.44%	1.122	0.07556
1	0.33	5	100,000	16	14	10	2.67E+06	97.04%	1.528	0.02963
5	1.66	4	10,000	65	65	72	1.35E+06	98.50%	1.825	0.01496
10	3.32	4	10,000	45	43	41	8.60E+05	99.04%	2.020	0.00956
30	9.95	2	100	112	117	111	2.27E+04	99.975%	3.599	0.00025
60	19.90	2	100	47	43	49	9.27E+03	99.9897%	3.987	0.00010



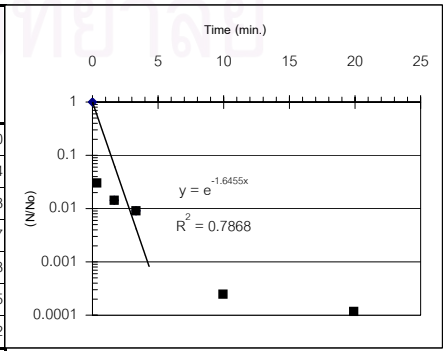
ชุดการทดลองที่ 275 Humic acid 1 mg/l + Tannic acid 0.5 mg/l + Lignin 0.5 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก			จำนวน	ประสิทธิภาพ		Survival
(นาที)	(นาที)	10^n		ที่นับได้ในplateที่			ไวรัส	ในการกำจัดโคลิฟาจ		ratio
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	45	49	47	9.40E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	44	41	46	8.73E+06	90.71%	1.032	0.09291
1	0.33	5	100,000	11	12	12	2.33E+06	97.52%	1.605	0.02482
5	1.66	4	10,000	70	71	72	1.42E+06	98.49%	1.821	0.01511
10	3.32	4	10,000	42	41	48	8.73E+05	99.07%	2.032	0.00929
30	9.95	2	100	118	111	113	2.28E+04	99.976%	3.615	0.00024
60	19.90	2	100	54	51	52	1.05E+04	99.9889%	3.953	0.00011



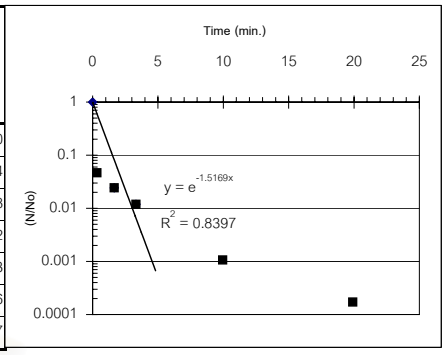
ชุดการทดลองที่ 276 Humic acid 1 mg/l + Tannic acid 0.5 mg/l + Lignin 0.5 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก			จำนวน	ประสิทธิภาพ		Survival
(นาที)	(นาที)	10^n		ที่นับได้ในplateที่			ไวรัส	ในการกำจัดโคลิฟาจ		ratio
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	50	47	45	9.47E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	33	33	37	6.87E+06	92.75%	1.139	0.07254
1	0.33	5	100,000	18	13	12	2.87E+06	96.97%	1.519	0.03028
5	1.66	4	10,000	70	68	66	1.36E+06	98.56%	1.843	0.01437
10	3.32	4	10,000	47	40	42	8.60E+05	99.09%	2.042	0.00908
30	9.95	2	100	112	119	120	2.34E+04	99.975%	3.607	0.00025
60	19.90	2	100	53	56	58	1.11E+04	99.9882%	3.930	0.00012



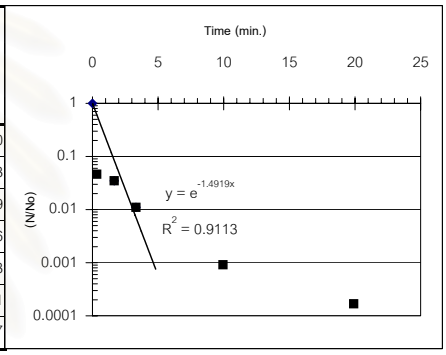
ชุดการทดลองที่ 277 Humic acid 1 mg/l + Tannic acid 0.5 mg/l + Lignin 1.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที) T_{run}	(นาที) T_{exp}	10^n n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	53	53	55	1.07E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	4	10,000	43	47	49	9.27E+05	91.37%	1.064	0.08634
1	0.33	4	10,000	24	23	28	5.00E+05	95.34%	1.332	0.04658
5	1.66	4	10,000	14	15	10	2.60E+05	97.58%	1.616	0.02422
10	3.32	3	1,000	60	65	67	1.28E+05	98.81%	1.924	0.01193
30	9.95	2	100	54	59	58	1.14E+04	99.894%	2.974	0.00106
60	19.90	1	10	93	91	92	1.84E+03	99.9829%	3.766	0.00017



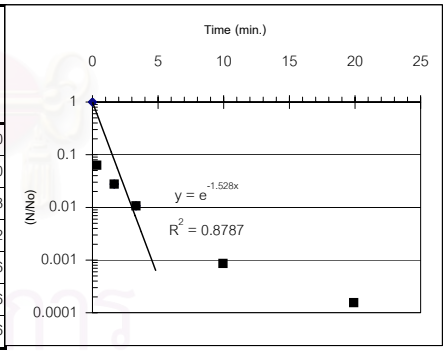
ชุดการทดลองที่ 278 Humic acid 1 mg/l + Tannic acid 0.5 mg/l + Lignin 1.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที) T_{run}	(นาที) T_{exp}	10^n n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	56	60	59	1.17E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	4	10,000	47	43	42	8.80E+05	92.46%	1.122	0.07543
1	0.33	4	10,000	24	29	28	5.40E+05	95.37%	1.335	0.04629
5	1.66	4	10,000	20	21	20	4.07E+05	96.51%	1.458	0.03486
10	3.32	3	1,000	60	64	69	1.29E+05	98.90%	1.957	0.01103
30	9.95	2	100	50	56	54	1.07E+04	99.909%	3.039	0.00091
60	19.90	1	10	99	96	99	1.96E+03	99.9832%	3.775	0.00017



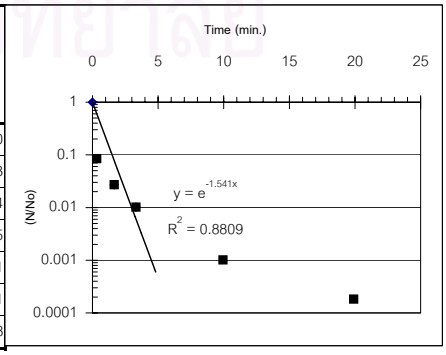
ชุดการทดลองที่ 279 Humic acid 1 mg/l + Tannic acid 0.5 mg/l + Lignin 1.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที) T_{run}	(นาที) T_{exp}	10^n n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	61	59	61	1.21E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	4	10,000	56	56	50	1.08E+06	91.05%	1.048	0.08950
1	0.33	4	10,000	37	38	39	7.60E+05	93.70%	1.201	0.06298
5	1.66	4	10,000	15	20	15	3.33E+05	97.24%	1.559	0.02762
10	3.32	3	1,000	66	62	65	1.29E+05	98.93%	1.972	0.01066
30	9.95	2	100	50	50	56	1.04E+04	99.914%	3.065	0.00086
60	19.90	1	10	94	93	95	1.88E+03	99.9844%	3.807	0.00016



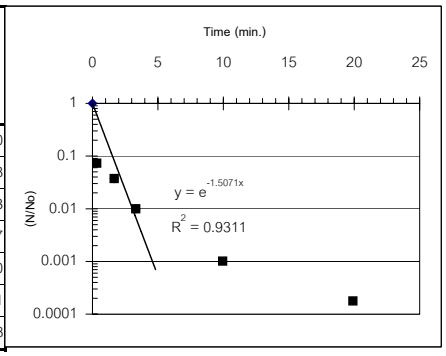
ชุดการทดลองที่ 280 Humic acid 1 mg/l + Tannic acid 0.5 mg/l + Lignin 3.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที) T_{run}	(นาที) T_{exp}	10^n n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	63	64	63	1.27E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	4	10,000	52	52	51	1.03E+06	91.84%	1.088	0.08158
1	0.33	4	10,000	56	52	53	1.07E+06	91.53%	1.072	0.08474
5	1.66	3	1,000	170	172	172	3.43E+05	97.29%	1.568	0.02705
10	3.32	3	1,000	61	64	69	1.29E+05	98.98%	1.991	0.01021
30	9.95	2	100	68	62	62	1.28E+04	99.899%	2.995	0.00101
60	19.90	1	10	119	116	111	2.31E+03	99.9818%	3.740	0.00018



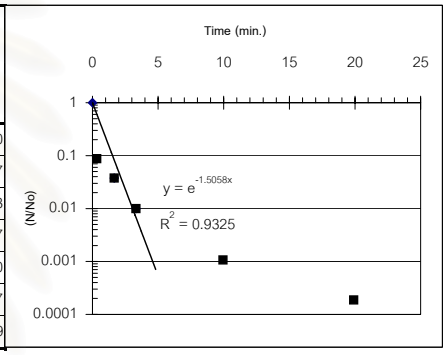
ชุดการทดลองที่ 281 Humic acid 1.0 mg/l + Tannic acid 0.5 mg/l + Lignin 3.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก ที่นับได้ในplateที่			จำนวน ไวรัส	ประสิทธิภาพ ในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	68	67	63	1.32E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	4	10,000	60	66	68	1.29E+06	90.20%	1.009	0.09798
1	0.33	4	10,000	46	49	50	9.67E+05	92.68%	1.135	0.07323
5	1.66	4	10,000	25	22	27	4.93E+05	96.26%	1.427	0.03737
10	3.32	3	1,000	64	66	68	1.32E+05	99.00%	2.000	0.01000
30	9.95	2	100	68	70	62	1.33E+04	99.899%	2.996	0.00101
60	19.90	1	10	119	113	120	2.35E+03	99.9822%	3.750	0.00018



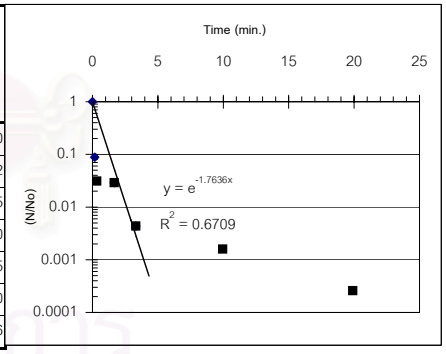
ชุดการทดลองที่ 282 Humic acid 1 mg/l + Tannic acid 0.5 mg/l + Lignin 3.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก ที่นับได้ในplateที่			จำนวน ไวรัส	ประสิทธิภาพ ในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	66	61	61	1.25E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	4	10,000	55	56	51	1.08E+06	91.38%	1.065	0.08617
1	0.33	4	10,000	50	56	58	1.09E+06	91.28%	1.059	0.08723
5	1.66	4	10,000	21	28	22	4.73E+05	96.22%	1.423	0.03777
10	3.32	3	1,000	60	65	63	1.25E+05	99.00%	2.000	0.01000
30	9.95	2	100	68	62	71	1.34E+04	99.893%	2.971	0.00107
60	19.90	1	10	116	117	119	2.35E+03	99.9813%	3.728	0.00019



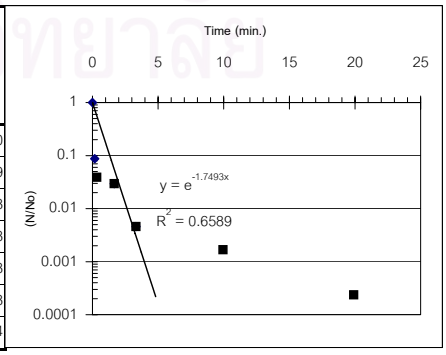
ชุดการทดลองที่ 283 Humic acid 3 mg/l + Tannic acid 0.5 mg/l + Lignin 0.5 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก ที่นับได้ในplateที่			จำนวน ไวรัส	ประสิทธิภาพ ในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	39	41	42	8.13E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	37	32	39	7.20E+06	91.15%	1.053	0.08852
1	0.33	5	100,000	10	13	15	2.53E+06	96.89%	1.507	0.03115
5	1.66	4	10,000	120	114	121	2.37E+06	97.09%	1.536	0.02910
10	3.32	3	1,000	176	179	176	3.54E+05	99.56%	2.361	0.00435
30	9.95	3	1,000	65	68	62	1.30E+05	99.840%	2.796	0.00160
60	19.90	2	100	107	108	101	2.11E+04	99.9741%	3.587	0.00026



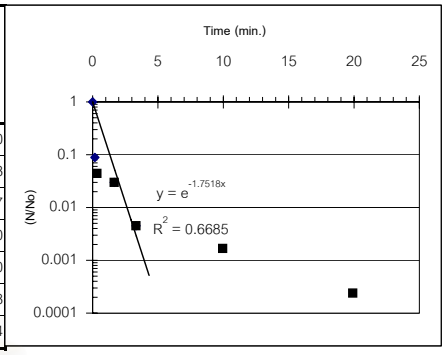
ชุดการทดลองที่ 284 Humic acid 3 mg/l + Tannic acid 0.5 mg/l + Lignin 0.5 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก ที่นับได้ในplateที่			จำนวน ไวรัส	ประสิทธิภาพ ในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	41	40	37	7.87E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	31	35	37	6.87E+06	91.27%	1.059	0.08729
1	0.33	5	100,000	19	14	13	3.07E+06	96.10%	1.409	0.03898
5	1.66	4	10,000	116	116	117	2.33E+06	97.04%	1.529	0.02958
10	3.32	3	1,000	180	183	178	3.61E+05	99.54%	2.339	0.00458
30	9.95	3	1,000	64	66	68	1.32E+05	99.832%	2.775	0.00168
60	19.90	2	100	99	90	91	1.87E+04	99.9763%	3.625	0.00024



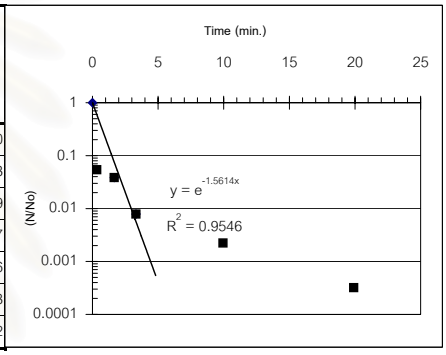
ชุดการทดลองที่ 285 Humic acid 3 mg/l + Tannic acid 0.5 mg/l + Lignin 0.5 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัส	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที) T_{run}	(นาที) T_{exp}	10^n n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	40	40	38	7.87E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	35	37	33	7.00E+06	91.10%	1.051	0.08898
1	0.33	5	100,000	18	17	17	3.47E+06	95.59%	1.356	0.04407
5	1.66	4	10,000	114	121	119	2.36E+06	97.00%	1.523	0.03000
10	3.32	3	1,000	175	176	180	3.54E+05	99.55%	2.347	0.00450
30	9.95	3	1,000	62	69	67	1.32E+05	99.832%	2.775	0.00168
60	19.90	2	100	93	99	90	1.88E+04	99.9761%	3.622	0.00024



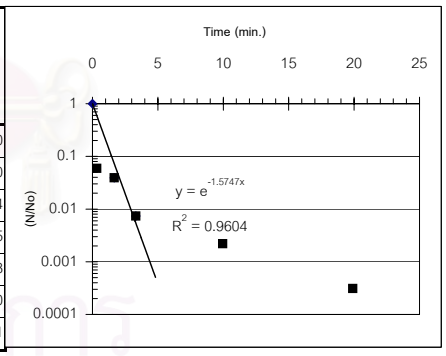
ชุดการทดลองที่ 286 Humic acid 3.0 mg/l + Tannic acid 0.5 mg/l + Lignin 1.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัส	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที) T_{run}	(นาที) T_{exp}	10^n n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	120	116	114	2.33E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	4	10,000	94	95	96	1.90E+06	91.86%	1.089	0.08143
1	0.33	4	10,000	68	61	61	1.27E+06	94.57%	1.265	0.05429
5	1.66	4	10,000	45	44	46	9.00E+05	96.14%	1.414	0.03857
10	3.32	3	1,000	93	91	91	1.83E+05	99.21%	2.105	0.00786
30	9.95	3	1,000	26	29	23	5.20E+04	99.777%	2.652	0.00223
60	19.90	2	100	38	33	41	7.47E+03	99.9680%	3.495	0.00032



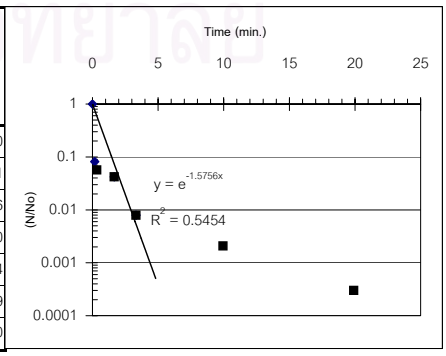
ชุดการทดลองที่ 287 Humic acid 3.0 mg/l + Tannic acid 0.5 mg/l + Lignin 1.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัส	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที) T_{run}	(นาที) T_{exp}	10^n n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	114	121	120	2.37E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	4	10,000	98	99	98	1.97E+06	91.69%	1.080	0.08310
1	0.33	4	10,000	73	70	68	1.41E+06	94.06%	1.226	0.05944
5	1.66	4	10,000	45	51	43	9.27E+05	96.08%	1.407	0.03915
10	3.32	3	1,000	85	88	89	1.75E+05	99.26%	2.132	0.00738
30	9.95	3	1,000	22	28	28	5.20E+04	99.780%	2.658	0.00220
60	19.90	2	100	35	35	40	7.33E+03	99.9690%	3.509	0.00031



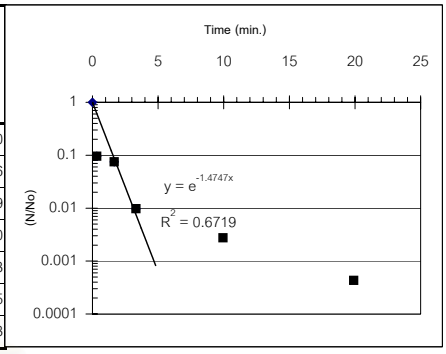
ชุดการทดลองที่ 288 Humic acid 3.0 mg/l + Tannic acid 0.5 mg/l + Lignin 1.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัส	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที) T_{run}	(นาที) T_{exp}	10^n n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	112	118	120	2.33E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	4	10,000	97	97	92	1.91E+06	91.83%	1.088	0.08171
1	0.33	4	10,000	68	67	64	1.33E+06	94.31%	1.245	0.05686
5	1.66	4	10,000	52	43	52	9.80E+05	95.80%	1.377	0.04200
10	3.32	3	1,000	93	94	91	1.85E+05	99.21%	2.100	0.00794
30	9.95	3	1,000	23	22	28	4.87E+04	99.791%	2.681	0.00209
60	19.90	2	100	37	36	32	7.00E+03	99.9700%	3.523	0.00030



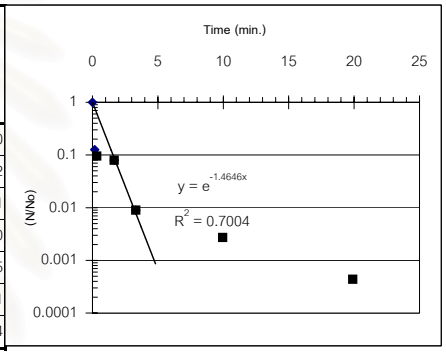
ชุดการทดลองที่ 289 Humic acid 3.0 mg/l + Tannic acid 0.5 mg/l + Lignin 3.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที) T_{run}	(นาที) T_{exp}	10^n n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	86	84	85	1.70E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	4	10,000	92	96	97	1.90E+06	88.82%	0.952	0.11176
1	0.33	4	10,000	82	82	80	1.63E+06	90.43%	1.019	0.09569
5	1.66	4	10,000	63	62	66	1.27E+06	92.51%	1.126	0.07490
10	3.32	3	1,000	81	84	83	1.65E+05	99.03%	2.012	0.00973
30	9.95	3	1,000	24	24	22	4.67E+04	99.725%	2.561	0.00275
60	19.90	2	100	34	34	42	7.33E+03	99.9569%	3.365	0.00043



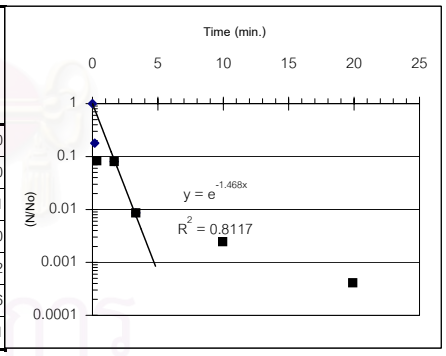
ชุดการทดลองที่ 290 Humic acid 3.0 mg/l + Tannic acid 0.5 mg/l + Lignin 3.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที) T_{run}	(นาที) T_{exp}	10^n n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	88	91	87	1.77E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	4	10,000	111	112	113	2.24E+06	87.37%	0.899	0.12632
1	0.33	4	10,000	88	83	82	1.69E+06	90.49%	1.022	0.09511
5	1.66	4	10,000	72	73	67	1.41E+06	92.03%	1.099	0.07970
10	3.32	3	1,000	80	76	82	1.59E+05	99.11%	2.048	0.00895
30	9.95	3	1,000	22	27	23	4.80E+04	99.729%	2.568	0.00271
60	19.90	2	100	38	35	43	7.73E+03	99.9564%	3.360	0.00044



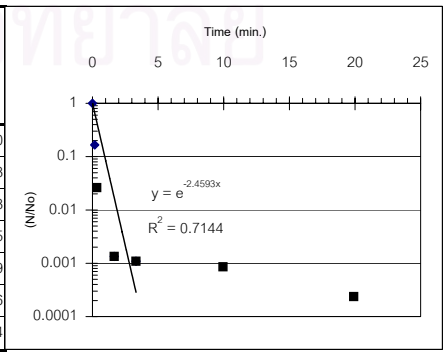
ชุดการทดลองที่ 291 Humic acid 3.0 mg/l + Tannic acid 0.5 mg/l + Lignin 3.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที) T_{run}	(นาที) T_{exp}	10^n n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	90	91	87	1.79E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	14	19	15	3.20E+06	82.09%	0.747	0.17910
1	0.33	4	10,000	71	76	76	1.49E+06	91.68%	1.080	0.08321
5	1.66	4	10,000	73	74	69	1.44E+06	91.94%	1.094	0.08060
10	3.32	3	1,000	78	78	75	1.54E+05	99.14%	2.065	0.00862
30	9.95	3	1,000	21	21	24	4.40E+04	99.754%	2.609	0.00246
60	19.90	2	100	34	39	37	7.33E+03	99.9590%	3.387	0.00041



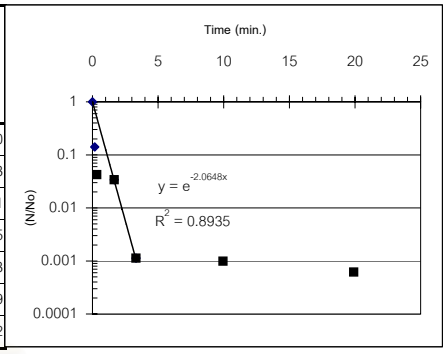
ชุดการทดลองที่ 292 Humic acid 5.0 mg/l + Tannic acid 0.5 mg/l + Lignin 0.5 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที) T_{run}	(นาที) T_{exp}	10^n n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	25	23	30	5.20E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	43	42	44	8.60E+06	83.46%	0.782	0.16538
1	0.33	4	10,000	69	68	68	1.37E+06	97.37%	1.580	0.02628
5	1.66	3	1,000	38	32	35	7.00E+04	99.87%	2.871	0.00135
10	3.32	3	1,000	28	27	30	5.67E+04	99.89%	2.963	0.00109
30	9.95	3	1,000	21	22	24	4.47E+04	99.914%	3.066	0.00086
60	19.90	2	100	60	62	63	1.23E+04	99.9763%	3.625	0.00024



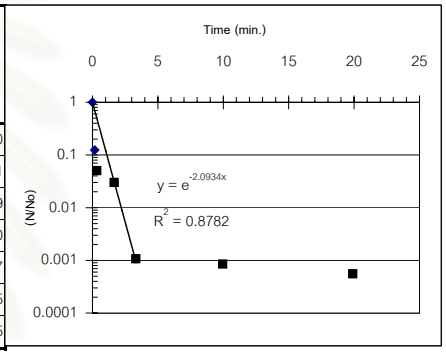
ชุดการทดลองที่ 293 Humic acid 5.0 mg/l + Tannic acid 0.5 mg/l + Lignin 0.5 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัส	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที) T_{run}	(นาที) T_{exp}	10^n n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	22	27	29	5.20E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	37	38	35	7.33E+06	85.90%	0.851	0.14103
1	0.33	5	100,000	10	11	12	2.20E+06	95.77%	1.374	0.04231
5	1.66	4	10,000	88	87	89	1.76E+06	96.62%	1.470	0.03385
10	3.32	3	1,000	26	33	29	5.87E+04	99.89%	2.948	0.00113
30	9.95	3	1,000	25	28	24	5.13E+04	99.901%	3.006	0.00099
60	19.90	3	1,000	15	19	14	3.20E+04	99.9385%	3.211	0.00062



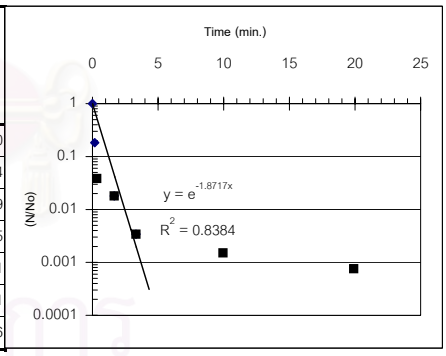
ชุดการทดลองที่ 294 Humic acid 5.0 mg/l + Tannic acid 0.5 mg/l + Lignin 0.5 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัส	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที) T_{run}	(นาที) T_{exp}	10^n n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	30	26	29	5.67E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	35	35	36	7.07E+06	87.53%	0.904	0.12471
1	0.33	5	100,000	13	12	18	2.87E+06	94.94%	1.296	0.05059
5	1.66	4	10,000	85	84	86	1.70E+06	97.00%	1.523	0.03000
10	3.32	3	1,000	33	30	28	6.07E+04	99.89%	2.970	0.00107
30	9.95	3	1,000	24	22	26	4.80E+04	99.915%	3.072	0.00085
60	19.90	3	1,000	14	19	14	3.13E+04	99.9447%	3.257	0.00055



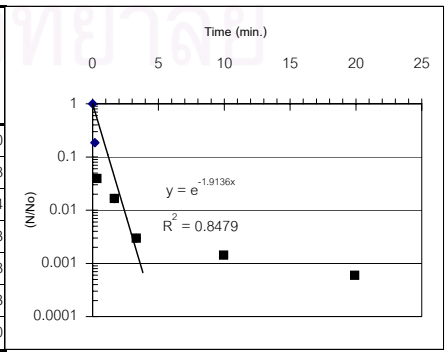
ชุดการทดลองที่ 295 Humic acid 5.0 mg/l + Tannic acid 0.5 mg/l + Lignin 1.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัส	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที) T_{run}	(นาที) T_{exp}	10^n n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	38	38	36	7.47E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	68	70	67	1.37E+07	81.70%	0.737	0.18304
1	0.33	4	10,000	142	142	146	2.87E+06	96.16%	1.416	0.03839
5	1.66	4	10,000	71	64	66	1.34E+06	98.21%	1.746	0.01795
10	3.32	3	1,000	128	128	126	2.55E+05	99.66%	2.467	0.00341
30	9.95	3	1,000	59	57	53	1.13E+05	99.849%	2.821	0.00151
60	19.90	3	1,000	27	28	30	5.67E+04	99.9241%	3.120	0.00076



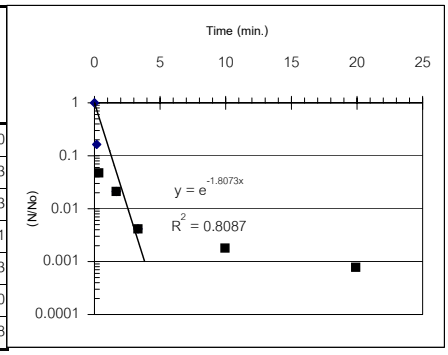
ชุดการทดลองที่ 296 Humic acid 5.0 mg/l + Tannic acid 0.5 mg/l + Lignin 1.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัส	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที) T_{run}	(นาที) T_{exp}	10^n n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	42	40	42	8.27E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	75	76	79	1.53E+07	81.45%	0.732	0.18548
1	0.33	4	10,000	161	165	163	3.26E+06	96.06%	1.404	0.03944
5	1.66	4	10,000	67	71	67	1.37E+06	98.35%	1.782	0.01653
10	3.32	3	1,000	123	125	122	2.47E+05	99.70%	2.525	0.00298
30	9.95	3	1,000	61	55	61	1.18E+05	99.857%	2.845	0.00143
60	19.90	3	1,000	26	22	26	4.93E+04	99.9403%	3.224	0.00060



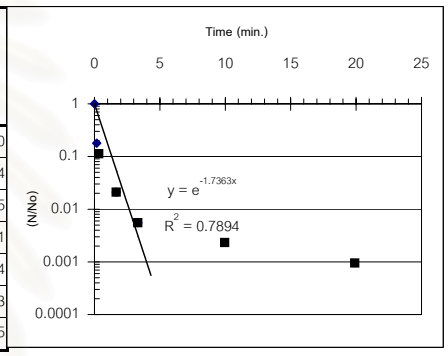
ชุดการทดลองที่ 297 Humic acid 5.0 mg/l + Tannic acid 0.5 mg/l + Lignin 1.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที) T_{run}	(นาที) T_{exp}	10^n n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	33	25	32	6.00E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	48	53	46	9.80E+06	83.67%	0.787	0.16333
1	0.33	4	10,000	139	140	147	2.84E+06	95.27%	1.325	0.04733
5	1.66	4	10,000	63	64	63	1.27E+06	97.89%	1.675	0.02111
10	3.32	3	1,000	122	121	129	2.48E+05	99.59%	2.384	0.00413
30	9.95	3	1,000	53	57	52	1.08E+05	99.820%	2.745	0.00180
60	19.90	3	1,000	22	23	25	4.67E+04	99.9222%	3.109	0.00078



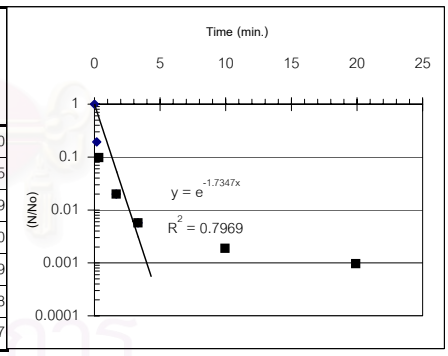
ชุดการทดลองที่ 298 Humic acid 5.0 mg/l + Tannic acid 0.5 mg/l + Lignin 3.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที) T_{run}	(นาที) T_{exp}	10^n n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	42	49	48	9.27E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	85	80	84	1.66E+07	82.09%	0.747	0.17914
1	0.33	5	100,000	55	51	51	1.05E+07	88.71%	0.947	0.11295
5	1.66	4	10,000	98	94	100	1.95E+06	97.90%	1.678	0.02101
10	3.32	4	10,000	28	25	24	5.13E+05	99.45%	2.257	0.00554
30	9.95	3	1,000	109	109	106	2.16E+05	99.767%	2.632	0.00233
60	19.90	3	1,000	47	45	40	8.80E+04	99.9050%	3.022	0.00095



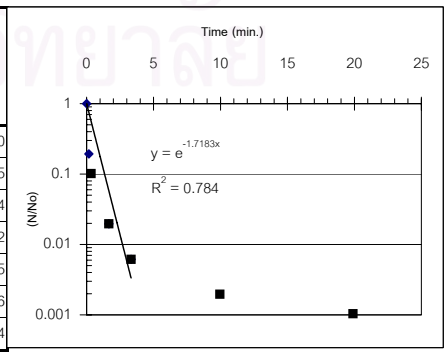
ชุดการทดลองที่ 299 Humic acid 5.0 mg/l + Tannic acid 0.5 mg/l + Lignin 3.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที) T_{run}	(นาที) T_{exp}	10^n n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	45	40	45	8.67E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	80	84	88	1.68E+07	80.62%	0.713	0.19385
1	0.33	5	100,000	45	41	41	8.47E+06	90.23%	1.010	0.09769
5	1.66	4	10,000	89	85	86	1.73E+06	98.00%	1.699	0.02000
10	3.32	4	10,000	26	27	21	4.93E+05	99.43%	2.245	0.00569
30	9.95	3	1,000	81	82	82	1.63E+05	99.812%	2.725	0.00188
60	19.90	3	1,000	41	43	42	8.40E+04	99.9031%	3.014	0.00097



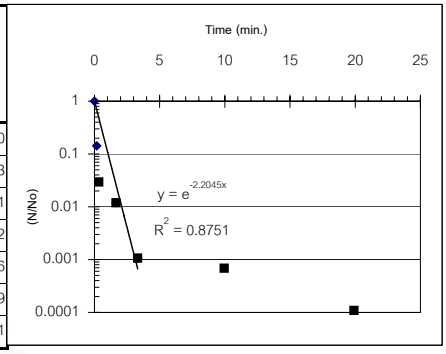
ชุดการทดลองที่ 300 Humic acid 5.0 mg/l + Tannic acid 0.5 mg/l + Lignin 3.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที) T_{run}	(นาที) T_{exp}	10^n n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	45	41	44	8.67E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	81	85	86	1.68E+07	80.62%	0.713	0.19385
1	0.33	5	100,000	48	40	44	8.80E+06	89.85%	0.993	0.10154
5	1.66	4	10,000	84	85	86	1.70E+06	98.04%	1.707	0.01962
10	3.32	4	10,000	28	28	24	5.33E+05	99.38%	2.211	0.00615
30	9.95	3	1,000	82	87	86	1.70E+05	99.804%	2.707	0.00196
60	19.90	3	1,000	48	43	44	9.00E+04	99.8962%	2.984	0.00104



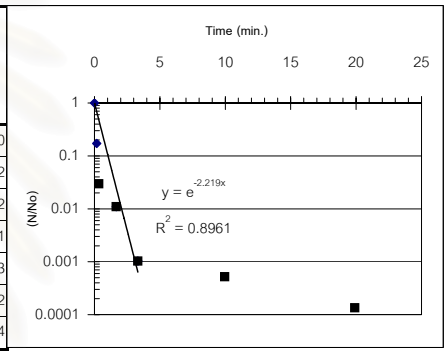
ชุดการทดลองที่ 301 Humic acid 0.5 mg/l + Tannic acid 1.0 mg/l + Lignin 0.5 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัส	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที) T_{run}	(นาที) T_{exp}	10^n n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	151	147	144	2.95E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	22	20	21	4.20E+06	85.75%	0.846	0.14253
1	0.33	5	100,000	5	4	4	8.67E+05	97.06%	1.531	0.02941
5	1.66	3	1,000	172	176	179	3.51E+05	98.81%	1.924	0.01192
10	3.32	3	1,000	17	12	18	3.13E+04	99.89%	2.973	0.00106
30	9.95	2	100	103	100	101	2.03E+04	99.931%	3.163	0.00069
60	19.90	2	100	17	17	14	3.20E+03	99.9891%	3.964	0.00011



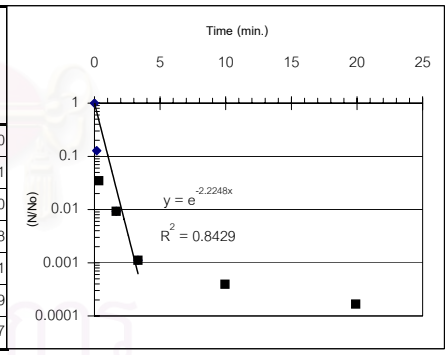
ชุดการทดลองที่ 302 Humic acid 0.5 mg/l + Tannic acid 1.0 mg/l + Lignin 0.5 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัส	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที) T_{run}	(นาที) T_{exp}	10^n n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	150	144	142	2.91E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	27	27	21	5.00E+06	82.80%	0.764	0.17202
1	0.33	5	100,000	4	4	5	8.67E+05	97.02%	1.526	0.02982
5	1.66	4	10,000	13	17	18	3.20E+05	98.90%	1.958	0.01101
10	3.32	3	1,000	17	14	14	3.00E+04	99.90%	2.986	0.00103
30	9.95	2	100	74	78	75	1.51E+04	99.948%	3.283	0.00052
60	19.90	2	100	18	20	21	3.93E+03	99.9865%	3.869	0.00014



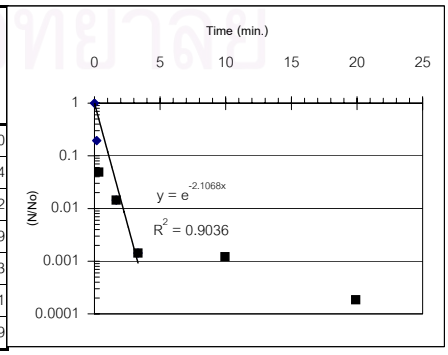
ชุดการทดลองที่ 303 Humic acid 0.5 mg/l + Tannic acid 1.0 mg/l + Lignin 0.5 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัส	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที) T_{run}	(นาที) T_{exp}	10^n n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	142	143	146	2.87E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	18	20	17	3.67E+06	87.24%	0.894	0.12761
1	0.33	5	100,000	6	4	5	1.00E+06	96.52%	1.458	0.03480
5	1.66	4	10,000	12	15	13	2.67E+05	99.07%	2.032	0.00928
10	3.32	3	1,000	15	18	15	3.20E+04	99.89%	2.953	0.00111
30	9.95	2	100	53	57	60	1.13E+04	99.961%	3.404	0.00039
60	19.90	2	100	23	20	29	4.80E+03	99.9833%	3.777	0.00017



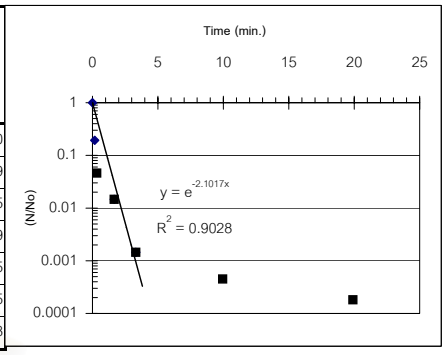
ชุดการทดลองที่ 304 Humic acid 0.5 mg/l + Tannic acid 1.0 mg/l + Lignin 1.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัส	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที) T_{run}	(นาที) T_{exp}	10^n n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	41	34	39	7.60E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	79	72	71	1.48E+07	80.53%	0.711	0.19474
1	0.33	5	100,000	23	22	11	3.73E+06	95.09%	1.309	0.04912
5	1.66	4	10,000	59	55	50	1.09E+06	98.56%	1.842	0.01439
10	3.32	3	1,000	50	59	54	1.09E+05	99.86%	2.845	0.00143
30	9.95	3	1,000	42	47	49	9.20E+04	99.879%	2.917	0.00121
60	19.90	2	100	69	71	71	1.41E+04	99.9815%	3.733	0.00019



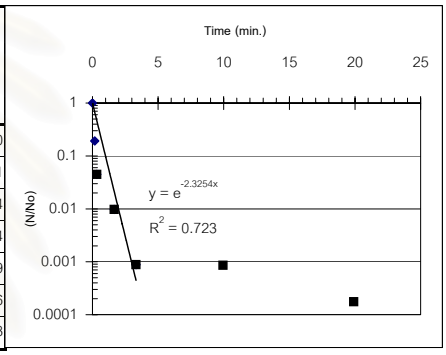
ชุดการทดลองที่ 305 Humic acid 0.5 mg/l + Tannic acid 1.0 mg/l + Lignin 1.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที) T_{run}	(นาที) T_{exp}	10^n n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	36	36	39	7.40E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	73	72	70	1.43E+07	80.63%	0.713	0.19369
1	0.33	5	100,000	18	13	20	3.40E+06	95.41%	1.338	0.04595
5	1.66	4	10,000	54	54	54	1.08E+06	98.54%	1.836	0.01459
10	3.32	3	1,000	55	53	53	1.07E+05	99.85%	2.838	0.00145
30	9.95	2	100	168	166	165	3.33E+04	99.955%	3.347	0.00045
60	19.90	2	100	69	68	64	1.34E+04	99.9819%	3.742	0.00018



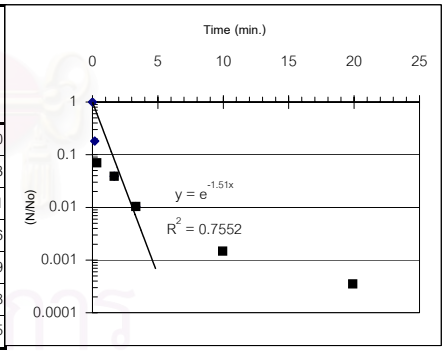
ชุดการทดลองที่ 306 Humic acid 0.5 mg/l + Tannic acid 1.0 mg/l + Lignin 1.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที) T_{run}	(นาที) T_{exp}	10^n n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	39	36	39	7.60E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	72	77	70	1.46E+07	80.79%	0.716	0.19211
1	0.33	5	100,000	16	14	21	3.40E+06	95.53%	1.349	0.04474
5	1.66	4	10,000	34	34	43	7.40E+05	99.03%	2.012	0.00974
10	3.32	3	1,000	34	34	33	6.73E+04	99.91%	3.053	0.00089
30	9.95	3	1,000	30	30	38	6.53E+04	99.914%	3.066	0.00086
60	19.90	2	100	71	65	65	1.34E+04	99.9824%	3.754	0.00018



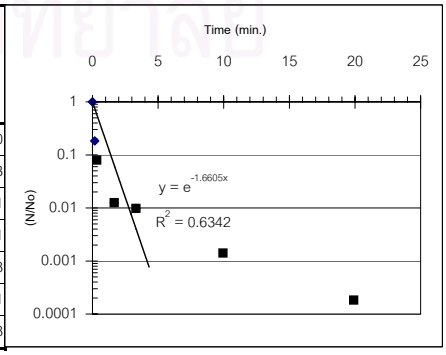
ชุดการทดลองที่ 307 Humic acid 0.5 mg/l + Tannic acid 1.0 mg/l + Lignin 3.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที) T_{run}	(นาที) T_{exp}	10^n n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	44	42	42	8.53E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	74	79	80	1.55E+07	81.80%	0.740	0.18203
1	0.33	5	100,000	29	31	30	6.00E+06	92.97%	1.153	0.07031
5	1.66	5	100,000	14	19	17	3.33E+06	96.09%	1.408	0.03906
10	3.32	4	10,000	46	46	41	8.87E+05	98.96%	1.983	0.01039
30	9.95	3	1,000	62	67	60	1.26E+05	99.852%	2.831	0.00148
60	19.90	3	1,000	15	11	19	3.00E+04	99.9648%	3.454	0.00035



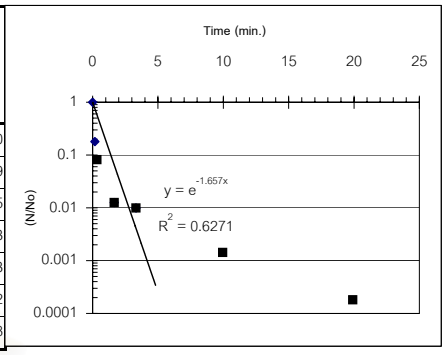
ชุดการทดลองที่ 308 Humic acid 0.5 mg/l + Tannic acid 1.0 mg/l + Lignin 3.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที) T_{run}	(นาที) T_{exp}	10^n n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	49	47	42	9.20E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	81	85	87	1.69E+07	81.67%	0.737	0.18333
1	0.33	5	100,000	33	41	36	7.33E+06	92.03%	1.098	0.07971
5	1.66	4	10,000	57	55	62	1.16E+06	98.74%	1.899	0.01261
10	3.32	4	10,000	47	43	45	9.00E+05	99.02%	2.010	0.00978
30	9.95	3	1,000	68	62	64	1.29E+05	99.859%	2.852	0.00141
60	19.90	2	100	88	83	81	1.68E+04	99.9817%	3.738	0.00018



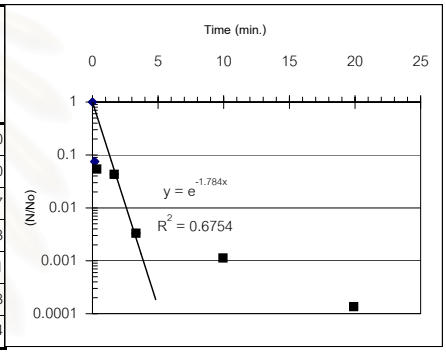
ชุดการทดลองที่ 309 Humic acid 0.5 mg/l + Tannic acid 1.0 mg/l + Lignin 3.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก			จำนวน	ประสิทธิภาพ		Survival
(นาที)	(นาที)	10^n		ที่นับได้ในplateที่			ไวรัส	ในการกำจัดโคลิฟาจ		ratio
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	49	44	44	9.13E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	81	86	80	1.65E+07	81.97%	0.744	0.18029
1	0.33	5	100,000	41	37	34	7.47E+06	91.82%	1.088	0.08175
5	1.66	4	10,000	61	56	56	1.15E+06	98.74%	1.899	0.01263
10	3.32	4	10,000	47	47	42	9.07E+05	99.01%	2.003	0.00993
30	9.95	3	1,000	68	62	65	1.30E+05	99.858%	2.847	0.00142
60	19.90	2	100	85	80	83	1.65E+04	99.9819%	3.742	0.00018



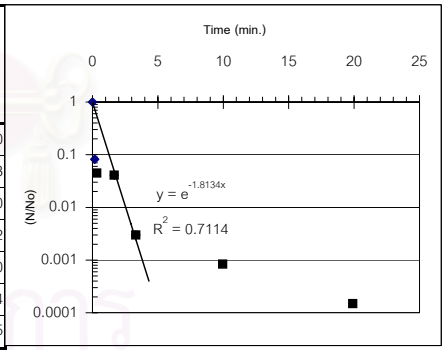
ชุดการทดลองที่ 310 Humic acid 1.0 mg/l + Tannic acid 1.0 mg/l + Lignin 0.5 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก			จำนวน	ประสิทธิภาพ		Survival
(นาที)	(นาที)	10^n		ที่นับได้ในplateที่			ไวรัส	ในการกำจัดโคลิฟาจ		ratio
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	19	15	14	3.20E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	12	11	13	2.40E+06	92.50%	1.125	0.07500
1	0.33	5	100,000	8	9	9	1.73E+06	94.58%	1.266	0.05417
5	1.66	4	10,000	71	67	69	1.38E+06	95.69%	1.365	0.04313
10	3.32	3	1,000	54	54	51	1.06E+05	99.67%	2.480	0.00331
30	9.95	3	1,000	19	17	18	3.60E+04	99.888%	2.949	0.00113
60	19.90	2	100	19	23	23	4.33E+03	99.9865%	3.868	0.00014



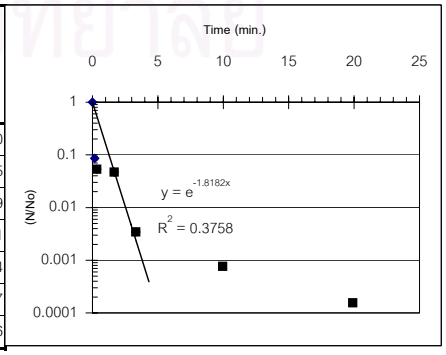
ชุดการทดลองที่ 311 Humic acid 1.0 mg/l + Tannic acid 1.0 mg/l + Lignin 0.5 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก			จำนวน	ประสิทธิภาพ		Survival
(นาที)	(นาที)	10^n		ที่นับได้ในplateที่			ไวรัส	ในการกำจัดโคลิฟาจ		ratio
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	12	17	20	3.27E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	14	16	10	2.67E+06	91.84%	1.088	0.08163
1	0.33	5	100,000	8	8	6	1.47E+06	95.51%	1.348	0.04490
5	1.66	4	10,000	71	66	63	1.33E+06	95.92%	1.389	0.04082
10	3.32	3	1,000	48	47	52	9.80E+04	99.70%	2.523	0.00300
30	9.95	3	1,000	11	12	18	2.73E+04	99.916%	3.077	0.00084
60	19.90	2	100	26	23	24	4.87E+03	99.9851%	3.827	0.00015



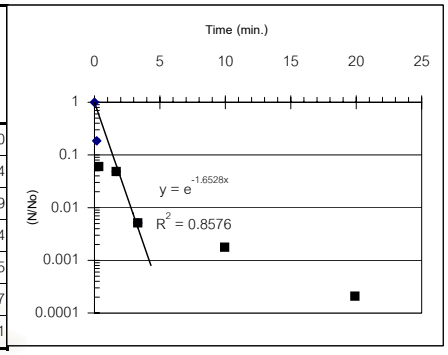
ชุดการทดลองที่ 312 Humic acid 1.0 mg/l + Tannic acid 1.0 mg/l + Lignin 0.5 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก			จำนวน	ประสิทธิภาพ		Survival
(นาที)	(นาที)	10^n		ที่นับได้ในplateที่			ไวรัส	ในการกำจัดโคลิฟาจ		ratio
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	15	15	13	2.87E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	13	12	12	2.47E+06	91.40%	1.065	0.08605
1	0.33	5	100,000	7	8	8	1.53E+06	94.65%	1.272	0.05349
5	1.66	4	10,000	68	66	69	1.35E+06	95.28%	1.326	0.04721
10	3.32	3	1,000	49	54	45	9.87E+04	99.66%	2.463	0.00344
30	9.95	3	1,000	10	13	10	2.20E+04	99.923%	3.115	0.00077
60	19.90	2	100	23	18	26	4.47E+03	99.9844%	3.807	0.00016



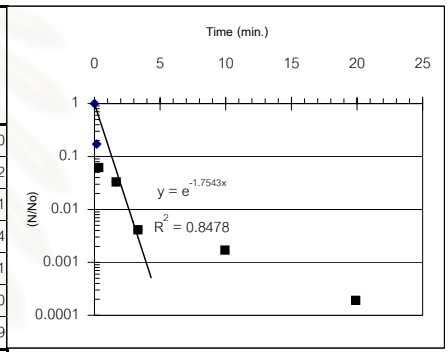
ชุดการทดลองที่ 313 Humic acid 1.0 mg/l + Tannic acid 1.0 mg/l + Lignin 1.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก ที่นับได้ในplateที่			จำนวน ไวรัส	ประสิทธิภาพ ในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	32	36	35	6.87E+06	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	4	10,000	65	64	62	1.27E+06	81.46%	0.732	0.18544
1	0.33	4	10,000	22	23	17	4.13E+05	93.98%	1.220	0.06019
5	1.66	4	10,000	19	17	14	3.33E+05	95.15%	1.314	0.04854
10	3.32	3	1,000	18	16	19	3.53E+04	99.49%	2.289	0.00515
30	9.95	2	100	64	61	57	1.21E+04	99.823%	2.753	0.00177
60	19.90	1	10	73	68	74	1.43E+03	99.9791%	3.680	0.00021



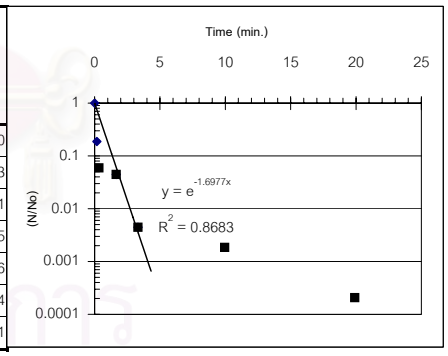
ชุดการทดลองที่ 314 Humic acid 1.0 mg/l + Tannic acid 1.0 mg/l + Lignin 1.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก ที่นับได้ในplateที่			จำนวน ไวรัส	ประสิทธิภาพ ในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	39	39	34	7.47E+06	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	4	10,000	67	64	62	1.29E+06	82.77%	0.764	0.17232
1	0.33	4	10,000	23	21	25	4.60E+05	93.84%	1.210	0.06161
5	1.66	4	10,000	11	16	10	2.47E+05	96.70%	1.481	0.03304
10	3.32	3	1,000	18	17	11	3.07E+04	99.59%	2.386	0.00411
30	9.95	2	100	60	66	64	1.27E+04	99.830%	2.770	0.00170
60	19.90	1	10	71	69	74	1.43E+03	99.9809%	3.719	0.00019



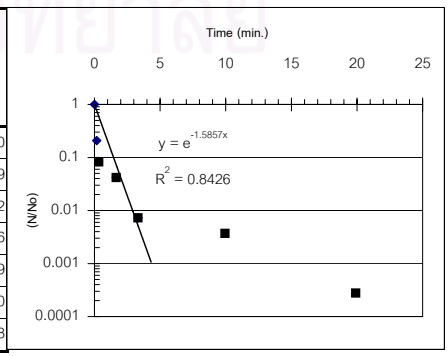
ชุดการทดลองที่ 315 Humic acid 1.0 mg/l + Tannic acid 1.0 mg/l + Lignin 1.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก ที่นับได้ในplateที่			จำนวน ไวรัส	ประสิทธิภาพ ในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	33	33	35	6.73E+06	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	4	10,000	60	65	64	1.26E+06	81.29%	0.728	0.18713
1	0.33	4	10,000	20	20	20	4.00E+05	94.06%	1.226	0.05941
5	1.66	4	10,000	11	15	19	3.00E+05	95.54%	1.351	0.04455
10	3.32	3	1,000	18	17	10	3.00E+04	99.55%	2.351	0.00446
30	9.95	2	100	60	61	65	1.24E+04	99.816%	2.735	0.00184
60	19.90	1	10	69	71	69	1.39E+03	99.9793%	3.684	0.00021



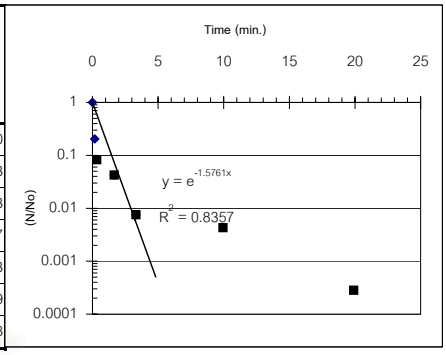
ชุดการทดลองที่ 316 Humic acid 1.0 mg/l + Tannic acid 1.0 mg/l + Lignin 3.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก ที่นับได้ในplateที่			จำนวน ไวรัส	ประสิทธิภาพ ในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	94	89	90	1.82E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	21	14	22	3.80E+06	79.12%	0.680	0.20879
1	0.33	4	10,000	75	77	73	1.50E+06	91.76%	1.084	0.08242
5	1.66	4	10,000	38	37	39	7.60E+05	95.82%	1.379	0.04176
10	3.32	3	1,000	66	68	65	1.33E+05	99.27%	2.137	0.00729
30	9.95	3	1,000	32	31	38	6.73E+04	99.630%	2.432	0.00370
60	19.90	2	100	27	25	24	5.07E+03	99.9722%	3.555	0.00028



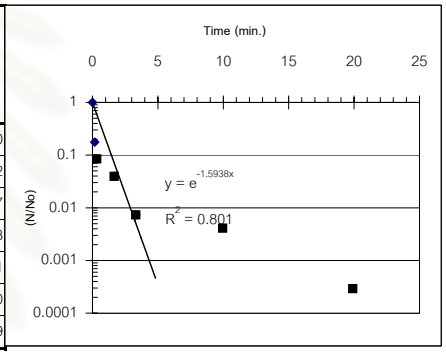
ชุดการทดลองที่ 317 Humic acid 1.0 mg/l + Tannic acid 1.0 mg/l + Lignin 3.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	87	87	85	1.73E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	19	20	14	3.53E+06	79.54%	0.689	0.20463
1	0.33	4	10,000	71	72	71	1.43E+06	91.74%	1.083	0.08263
5	1.66	4	10,000	36	37	37	7.33E+05	95.75%	1.372	0.04247
10	3.32	3	1,000	65	66	64	1.30E+05	99.25%	2.123	0.00753
30	9.95	3	1,000	37	35	39	7.40E+04	99.571%	2.368	0.00429
60	19.90	2	100	25	25	23	4.87E+03	99.9718%	3.550	0.00028



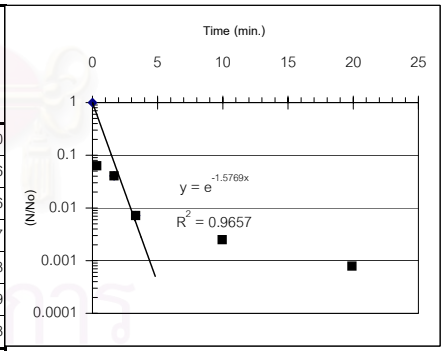
ชุดการทดลองที่ 318 Humic acid 1.0 mg/l + Tannic acid 1.0 mg/l + Lignin 3.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	93	90	88	1.81E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	20	11	17	3.20E+06	82.29%	0.752	0.17712
1	0.33	4	10,000	77	77	76	1.53E+06	91.51%	1.071	0.08487
5	1.66	4	10,000	36	35	36	7.13E+05	96.05%	1.404	0.03948
10	3.32	3	1,000	69	60	69	1.32E+05	99.27%	2.136	0.00731
30	9.95	3	1,000	35	37	39	7.40E+04	99.590%	2.388	0.00410
60	19.90	2	100	29	27	23	5.27E+03	99.9708%	3.535	0.00029



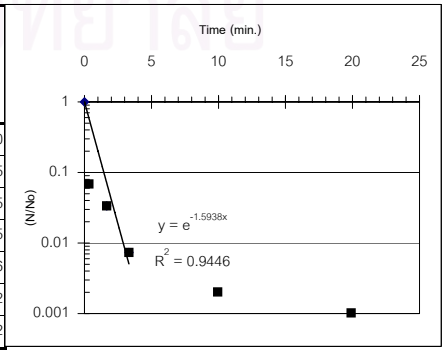
ชุดการทดลองที่ 319 Humic acid 3.0 mg/l + Tannic acid 1.0 mg/l + Lignin 0.5 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	68	70	71	1.39E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	4	10,000	62	60	61	1.22E+06	91.24%	1.058	0.08756
1	0.33	4	10,000	42	46	44	8.80E+05	93.68%	1.200	0.06316
5	1.66	4	10,000	28	29	28	5.67E+05	95.93%	1.391	0.04067
10	3.32	3	1,000	51	50	49	1.00E+05	99.28%	2.144	0.00718
30	9.95	3	1,000	18	16	18	3.47E+04	99.751%	2.604	0.00249
60	19.90	2	100	55	53	56	1.09E+04	99.9215%	3.105	0.00078



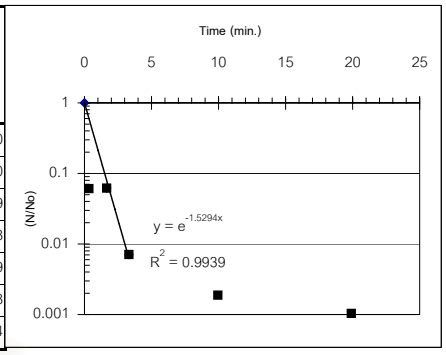
ชุดการทดลองที่ 320 Humic acid 3.0 mg/l + Tannic acid 1.0 mg/l + Lignin 0.5 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	69	71	68	1.39E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	4	10,000	63	62	65	1.27E+06	90.87%	1.039	0.09135
1	0.33	4	10,000	48	48	47	9.53E+05	93.13%	1.163	0.06875
5	1.66	4	10,000	28	21	21	4.67E+05	96.63%	1.473	0.03365
10	3.32	3	1,000	50	56	47	1.02E+05	99.26%	2.133	0.00736
30	9.95	3	1,000	12	19	11	2.80E+04	99.798%	2.695	0.00202
60	19.90	2	100	70	72	70	1.41E+04	99.8981%	2.992	0.00102



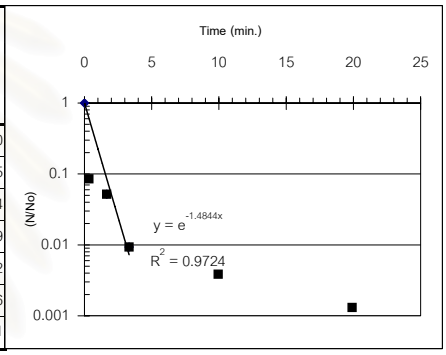
ชุดการทดลองที่ 321 Humic acid 3.0 mg/l + Tannic acid 1.0 mg/l + Lignin 0.5 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก			จำนวน	ประสิทธิภาพ		Survival
(นาที)	(นาที)	10^n		ที่นับได้ในplateที่			ไวรัส	ในการกำจัดโคลิฟาจ		ratio
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	74	73	76	1.49E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	4	10,000	65	64	61	1.27E+06	91.48%	1.070	0.08520
1	0.33	4	10,000	42	47	47	9.07E+05	93.90%	1.215	0.06099
5	1.66	4	10,000	40	49	49	9.20E+05	93.81%	1.208	0.06188
10	3.32	3	1,000	51	51	56	1.05E+05	99.29%	2.150	0.00709
30	9.95	3	1,000	16	11	15	2.80E+04	99.812%	2.725	0.00188
60	19.90	2	100	76	79	76	1.54E+04	99.8964%	2.985	0.00104



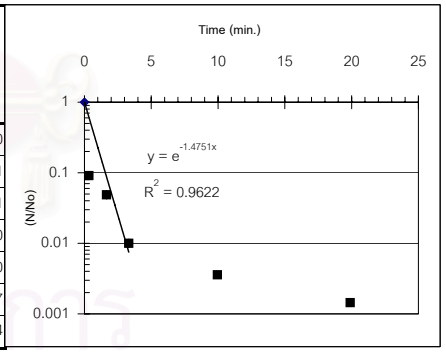
ชุดการทดลองที่ 322 Humic acid 3.0 mg/l + Tannic acid 1.0 mg/l + Lignin 1.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก			จำนวน	ประสิทธิภาพ		Survival
(นาที)	(นาที)	10^n		ที่นับได้ในplateที่			ไวรัส	ในการกำจัดโคลิฟาจ		ratio
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	26	22	26	4.93E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	23	28	22	4.87E+06	90.14%	1.006	0.09865
1	0.33	5	100,000	24	22	17	4.20E+06	91.49%	1.070	0.08514
5	1.66	4	10,000	125	124	135	2.56E+06	94.81%	1.285	0.05189
10	3.32	4	10,000	24	23	22	4.60E+05	99.07%	2.030	0.00932
30	9.95	3	1,000	96	98	92	1.91E+05	99.614%	2.413	0.00386
60	19.90	3	1,000	36	30	31	6.47E+04	99.8689%	2.882	0.00131



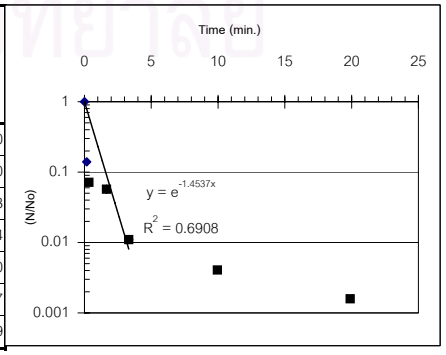
ชุดการทดลองที่ 323 Humic acid 3.0 mg/l + Tannic acid 1.0 mg/l + Lignin 1.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก			จำนวน	ประสิทธิภาพ		Survival
(นาที)	(นาที)	10^n		ที่นับได้ในplateที่			ไวรัส	ในการกำจัดโคลิฟาจ		ratio
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	27	26	24	5.13E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	26	21	20	4.47E+06	91.30%	1.060	0.08701
1	0.33	5	100,000	22	23	25	4.67E+06	90.91%	1.041	0.09091
5	1.66	4	10,000	125	126	124	2.50E+06	95.13%	1.312	0.04870
10	3.32	4	10,000	20	29	28	5.13E+05	99.00%	2.000	0.01000
30	9.95	3	1,000	90	90	95	1.83E+05	99.643%	2.447	0.00357
60	19.90	3	1,000	35	38	38	7.40E+04	99.8558%	2.841	0.00144



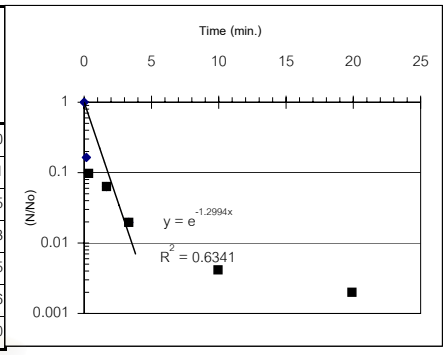
ชุดการทดลองที่ 324 Humic acid 3.0 mg/l + Tannic acid 1.0 mg/l + Lignin 1.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก			จำนวน	ประสิทธิภาพ		Survival
(นาที)	(นาที)	10^n		ที่นับได้ในplateที่			ไวรัส	ในการกำจัดโคลิฟาจ		ratio
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	24	25	21	4.67E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	31	32	35	6.53E+06	86.00%	0.854	0.14000
1	0.33	5	100,000	12	16	22	3.33E+06	92.86%	1.146	0.07143
5	1.66	4	10,000	139	130	131	2.67E+06	94.29%	1.243	0.05714
10	3.32	4	10,000	27	29	21	5.13E+05	98.90%	1.959	0.01100
30	9.95	3	1,000	97	91	97	1.90E+05	99.593%	2.390	0.00407
60	19.90	3	1,000	37	35	39	7.40E+04	99.8414%	2.800	0.00159



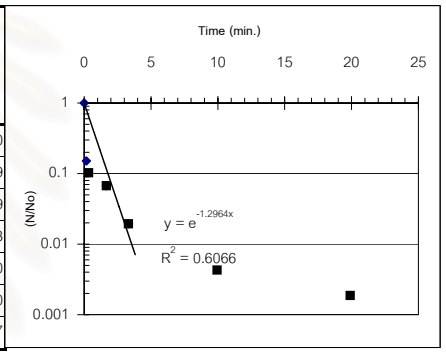
ชุดการทดลองที่ 325 Humic acid 3.0 mg/l + Tannic acid 1.0 mg/l + Lignin 3.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก			จำนวน	ประสิทธิภาพ		Survival
(นาที)	(นาที)	10^n		ที่นับได้ในplateที่			ไวรัส	ในการกำจัดโคลิฟาจ		ratio
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	85	88	82	1.70E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	15	15	12	2.80E+06	83.53%	0.783	0.16471
1	0.33	4	10,000	83	82	84	1.66E+06	90.24%	1.010	0.09765
5	1.66	4	10,000	51	53	58	1.08E+06	93.65%	1.197	0.06353
10	3.32	3	1,000	165	169	167	3.34E+05	98.04%	1.707	0.01965
30	9.95	3	1,000	34	39	33	7.07E+04	99.584%	2.381	0.00416
60	19.90	3	1,000	19	19	13	3.40E+04	99.8000%	2.699	0.00200



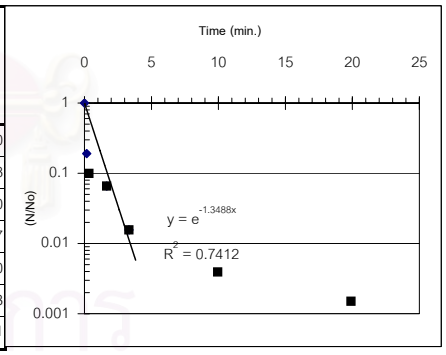
ชุดการทดลองที่ 326 Humic acid 3.0 mg/l + Tannic acid 1.0 mg/l + Lignin 3.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก			จำนวน	ประสิทธิภาพ		Survival
(นาที)	(นาที)	10^n		ที่นับได้ในplateที่			ไวรัส	ในการกำจัดโคลิฟาจ		ratio
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	80	88	83	1.67E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	10	18	10	2.53E+06	84.86%	0.820	0.15139
1	0.33	4	10,000	89	84	84	1.71E+06	89.76%	0.990	0.10239
5	1.66	4	10,000	55	56	58	1.13E+06	93.27%	1.172	0.06733
10	3.32	3	1,000	165	160	162	3.25E+05	98.06%	1.712	0.01940
30	9.95	3	1,000	37	33	38	7.20E+04	99.570%	2.366	0.00430
60	19.90	3	1,000	15	14	18	3.13E+04	99.8127%	2.728	0.00187



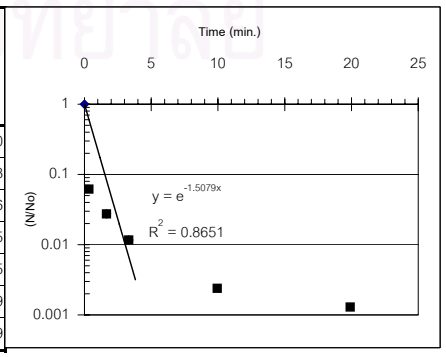
ชุดการทดลองที่ 327 Humic acid 3.0 mg/l + Tannic acid 1.0 mg/l + Lignin 3.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก			จำนวน	ประสิทธิภาพ		Survival
(นาที)	(นาที)	10^n		ที่นับได้ในplateที่			ไวรัส	ในการกำจัดโคลิฟาจ		ratio
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	82	83	87	1.68E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	12	18	18	3.20E+06	80.95%	0.720	0.19048
1	0.33	4	10,000	83	88	80	1.67E+06	90.04%	1.002	0.09960
5	1.66	4	10,000	53	59	54	1.11E+06	93.41%	1.181	0.06587
10	3.32	3	1,000	132	130	131	2.62E+05	98.44%	1.807	0.01560
30	9.95	3	1,000	32	34	33	6.60E+04	99.607%	2.406	0.00393
60	19.90	3	1,000	14	12	12	2.53E+04	99.8492%	2.822	0.00151



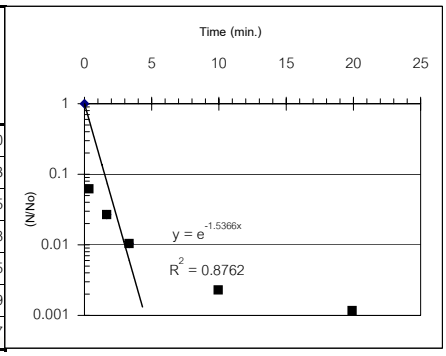
ชุดการทดลองที่ 328 Humic acid 5.0 mg/l + Tannic acid 1.0 mg/l + Lignin 0.5 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก			จำนวน	ประสิทธิภาพ		Survival
(นาที)	(นาที)	10^n		ที่นับได้ในplateที่			ไวรัส	ในการกำจัดโคลิฟาจ		ratio
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	55	60	55	1.13E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	4	10,000	68	63	66	1.31E+06	88.41%	0.936	0.11588
1	0.33	4	10,000	36	34	35	7.00E+05	93.82%	1.209	0.06176
5	1.66	3	1,000	156	154	155	3.10E+05	97.26%	1.563	0.02735
10	3.32	3	1,000	68	62	68	1.32E+05	98.84%	1.934	0.01165
30	9.95	2	100	138	136	133	2.71E+04	99.761%	2.621	0.00239
60	19.90	2	100	73	74	73	1.47E+04	99.8706%	2.888	0.00129



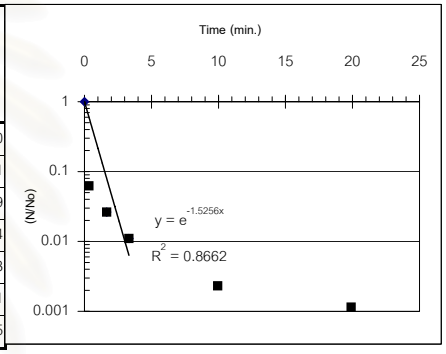
ชุดการทดลองที่ 329 Humic acid 5.0 mg/l + Tannic acid 1.0 mg/l + Lignin 0.5 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	58	61	58	1.18E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	4	10,000	75	72	72	1.46E+06	87.63%	0.908	0.12373
1	0.33	4	10,000	34	37	39	7.33E+05	93.79%	1.207	0.06215
5	1.66	3	1,000	159	156	159	3.16E+05	97.32%	1.572	0.02678
10	3.32	3	1,000	60	64	61	1.23E+05	98.95%	1.981	0.01045
30	9.95	2	100	131	137	137	2.70E+04	99.771%	2.641	0.00229
60	19.90	2	100	68	68	71	1.38E+04	99.8831%	2.932	0.00117



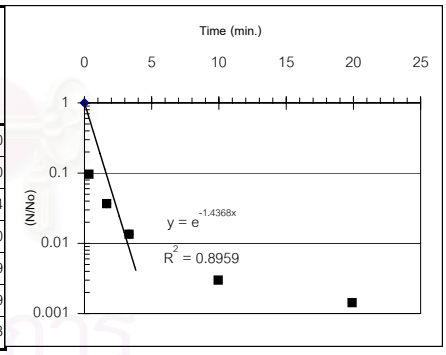
ชุดการทดลองที่ 330 Humic acid 5.0 mg/l + Tannic acid 1.0 mg/l + Lignin 0.5 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	61	57	57	1.17E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	4	10,000	79	71	77	1.51E+06	87.03%	0.887	0.12971
1	0.33	4	10,000	39	31	39	7.27E+05	93.77%	1.206	0.06229
5	1.66	3	1,000	155	150	156	3.07E+05	97.37%	1.579	0.02634
10	3.32	3	1,000	65	64	64	1.29E+05	98.90%	1.957	0.01103
30	9.95	2	100	132	135	138	2.70E+04	99.769%	2.636	0.00231
60	19.90	2	100	69	65	67	1.34E+04	99.8851%	2.940	0.00115



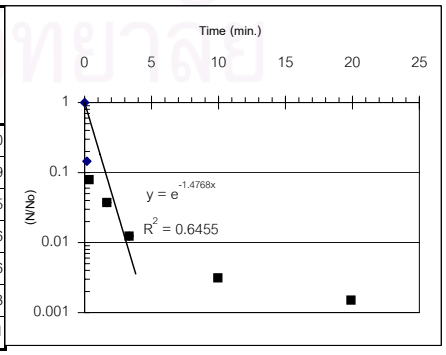
ชุดการทดลองที่ 331 Humic acid 5.0 mg/l + Tannic acid 1.0 mg/l + Lignin 1.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	172	174	173	3.46E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	17	19	20	3.73E+06	89.21%	0.967	0.10790
1	0.33	5	100,000	12	20	18	3.33E+06	90.37%	1.016	0.09634
5	1.66	4	10,000	64	62	65	1.27E+06	96.32%	1.434	0.03680
10	3.32	4	10,000	28	20	22	4.67E+05	98.65%	1.870	0.01349
30	9.95	3	1,000	54	51	50	1.03E+05	99.701%	2.525	0.00299
60	19.90	3	1,000	25	26	23	4.93E+04	99.8574%	2.846	0.00143



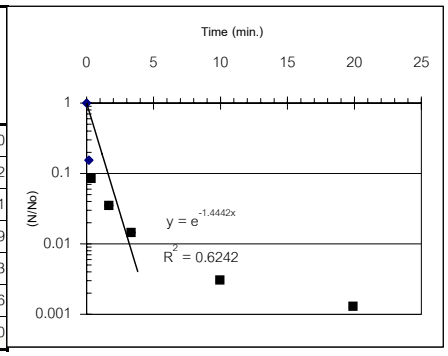
ชุดการทดลองที่ 332 Humic acid 5.0 mg/l + Tannic acid 1.0 mg/l + Lignin 1.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	175	171	172	3.45E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	27	23	25	5.00E+06	85.52%	0.839	0.14479
1	0.33	5	100,000	14	13	14	2.73E+06	92.08%	1.102	0.07915
5	1.66	4	10,000	61	65	67	1.29E+06	96.27%	1.429	0.03726
10	3.32	4	10,000	20	22	22	4.27E+05	98.76%	1.908	0.01236
30	9.95	3	1,000	54	51	57	1.08E+05	99.687%	2.505	0.00313
60	19.90	3	1,000	29	25	24	5.20E+04	99.8494%	2.822	0.00151



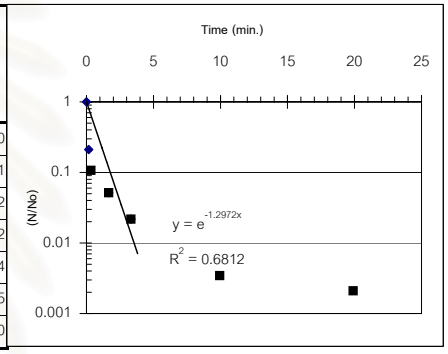
ชุดการทดลองที่ 333 Humic acid 5.0 mg/l + Tannic acid 1.0 mg/l + Lignin 1.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	175	178	177	3.53E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	29	28	25	5.47E+06	84.53%	0.810	0.15472
1	0.33	5	100,000	12	17	16	3.00E+06	91.51%	1.071	0.08491
5	1.66	4	10,000	63	62	61	1.24E+06	96.49%	1.455	0.03509
10	3.32	4	10,000	27	21	29	5.13E+05	98.55%	1.838	0.01453
30	9.95	3	1,000	57	55	50	1.08E+05	99.694%	2.515	0.00306
60	19.90	3	1,000	26	22	21	4.60E+04	99.8698%	2.885	0.00130



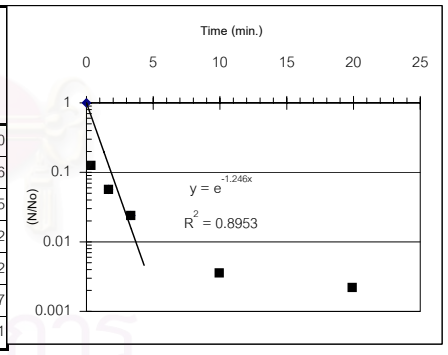
ชุดการทดลองที่ 334 Humic acid 5.0 mg/l + Tannic acid 1.0 mg/l + Lignin 3.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	44	43	45	8.80E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	94	93	91	1.85E+07	78.94%	0.677	0.21061
1	0.33	5	100,000	49	46	46	9.40E+06	89.32%	0.971	0.10682
5	1.66	5	100,000	26	20	22	4.53E+06	94.85%	1.288	0.05152
10	3.32	4	10,000	99	97	91	1.91E+06	97.83%	1.663	0.02174
30	9.95	3	1,000	154	151	150	3.03E+05	99.655%	2.463	0.00345
60	19.90	3	1,000	93	90	94	1.85E+05	99.7902%	2.678	0.00210



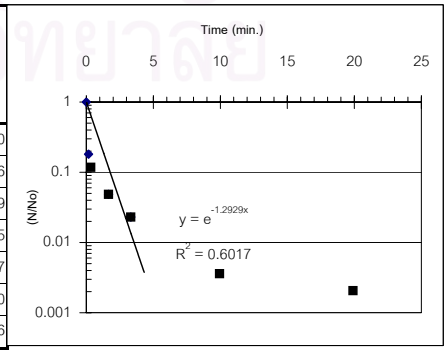
ชุดการทดลองที่ 335 Humic acid 5.0 mg/l + Tannic acid 1.0 mg/l + Lignin 3.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	43	45	42	8.67E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	63	65	65	1.29E+07	85.15%	0.828	0.14846
1	0.33	5	100,000	58	55	51	1.09E+07	87.38%	0.899	0.12615
5	1.66	5	100,000	23	27	24	4.93E+06	94.31%	1.245	0.05692
10	3.32	4	10,000	103	103	105	2.07E+06	97.61%	1.621	0.02392
30	9.95	3	1,000	159	153	152	3.09E+05	99.643%	2.447	0.00357
60	19.90	3	1,000	95	96	96	1.91E+05	99.7792%	2.656	0.00221



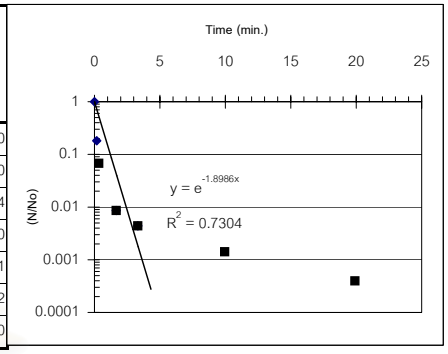
ชุดการทดลองที่ 336 Humic acid 5.0 mg/l + Tannic acid 1.0 mg/l + Lignin 3.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	43	46	49	9.20E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	80	88	82	1.67E+07	81.88%	0.742	0.18116
1	0.33	5	100,000	53	53	56	1.08E+07	88.26%	0.930	0.11739
5	1.66	5	100,000	20	26	21	4.47E+06	95.14%	1.314	0.04855
10	3.32	4	10,000	108	100	109	2.11E+06	97.70%	1.639	0.02297
30	9.95	3	1,000	163	168	166	3.31E+05	99.640%	2.444	0.00360
60	19.90	3	1,000	91	96	97	1.89E+05	99.7942%	2.687	0.00206



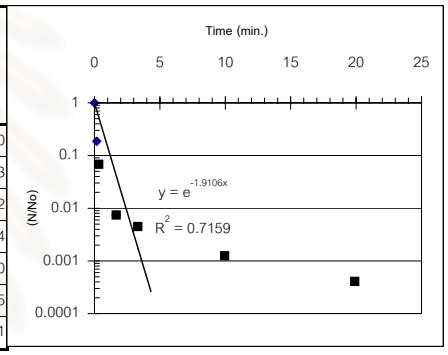
ชุดการทดลองที่ 337 Humic acid 0.5 mg/l + Tannic acid 3.0 mg/l + Lignin 0.5 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที) T_{run}	(นาที) T_{exp}	10^n n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	187	185	186	3.72E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	33	38	30	6.73E+06	81.90%	0.742	0.18100
1	0.33	4	10,000	127	122	129	2.52E+06	93.23%	1.169	0.06774
5	1.66	4	10,000	17	15	16	3.20E+05	99.14%	2.065	0.00860
10	3.32	3	1,000	81	85	80	1.64E+05	99.56%	2.356	0.00441
30	9.95	3	1,000	29	26	24	5.27E+04	99.858%	2.849	0.00142
60	19.90	2	100	76	74	71	1.47E+04	99.9604%	3.402	0.00040



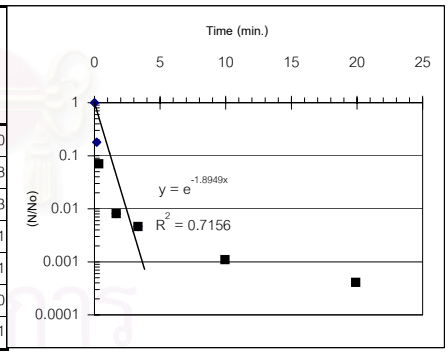
ชุดการทดลองที่ 338 Humic acid 0.5 mg/l + Tannic acid 3.0 mg/l + Lignin 0.5 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที) T_{run}	(นาที) T_{exp}	10^n n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	180	184	187	3.67E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	31	34	38	6.87E+06	81.31%	0.728	0.18693
1	0.33	4	10,000	127	124	126	2.51E+06	93.16%	1.165	0.06842
5	1.66	4	10,000	15	13	13	2.73E+05	99.26%	2.128	0.00744
10	3.32	3	1,000	82	86	80	1.65E+05	99.55%	2.347	0.00450
30	9.95	3	1,000	23	26	20	4.60E+04	99.875%	2.902	0.00125
60	19.90	2	100	76	77	72	1.50E+04	99.9592%	3.389	0.00041



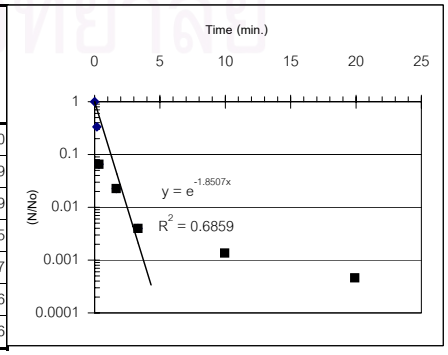
ชุดการทดลองที่ 339 Humic acid 0.5 mg/l + Tannic acid 3.0 mg/l + Lignin 0.5 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที) T_{run}	(นาที) T_{exp}	10^n n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	188	181	186	3.70E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	34	33	33	6.67E+06	81.98%	0.744	0.18018
1	0.33	4	10,000	131	131	130	2.61E+06	92.94%	1.151	0.07063
5	1.66	4	10,000	12	16	17	3.00E+05	99.19%	2.091	0.00811
10	3.32	3	1,000	87	84	85	1.71E+05	99.54%	2.336	0.00461
30	9.95	3	1,000	20	21	20	4.07E+04	99.890%	2.959	0.00110
60	19.90	2	100	70	79	79	1.52E+04	99.9589%	3.386	0.00041



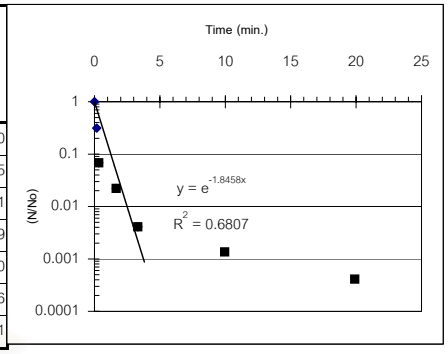
ชุดการทดลองที่ 340 Humic acid 0.5 mg/l + Tannic acid 3.0 mg/l + Lignin 1.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที) T_{run}	(นาที) T_{exp}	10^n n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	117	111	112	2.27E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	37	38	39	7.60E+06	66.47%	0.475	0.33529
1	0.33	4	10,000	71	75	76	1.48E+06	93.47%	1.185	0.06529
5	1.66	4	10,000	27	29	21	5.13E+05	97.74%	1.645	0.02265
10	3.32	3	1,000	49	42	44	9.00E+04	99.60%	2.401	0.00397
30	9.95	2	100	156	151	154	3.07E+04	99.864%	2.868	0.00136
60	19.90	2	100	51	53	53	1.05E+04	99.9538%	3.336	0.00046



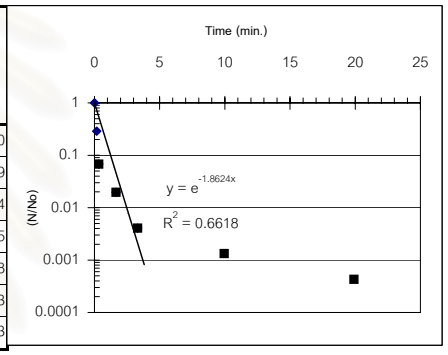
ชุดการทดลองที่ 341 Humic acid 0.5 mg/l + Tannic acid 3.0 mg/l + Lignin 1.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	119	114	111	2.29E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	38	32	38	7.20E+06	68.60%	0.503	0.31395
1	0.33	4	10,000	79	78	78	1.57E+06	93.17%	1.165	0.06831
5	1.66	4	10,000	26	29	21	5.07E+05	97.79%	1.656	0.02209
10	3.32	3	1,000	49	47	45	9.40E+04	99.59%	2.387	0.00410
30	9.95	2	100	157	159	152	3.12E+04	99.864%	2.866	0.00136
60	19.90	2	100	50	45	46	9.40E+03	99.9590%	3.387	0.00041



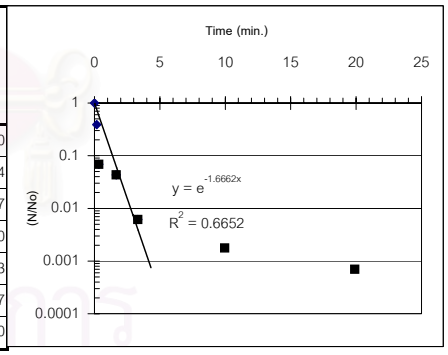
ชุดการทดลองที่ 342 Humic acid 0.5 mg/l + Tannic acid 3.0 mg/l + Lignin 1.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	117	114	110	2.27E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	34	32	32	6.53E+06	71.26%	0.542	0.28739
1	0.33	4	10,000	75	79	77	1.54E+06	93.23%	1.169	0.06774
5	1.66	4	10,000	22	21	24	4.47E+05	98.04%	1.707	0.01965
10	3.32	3	1,000	45	45	49	9.27E+04	99.59%	2.390	0.00408
30	9.95	2	100	152	151	151	3.03E+04	99.867%	2.876	0.00133
60	19.90	2	100	51	46	49	9.73E+03	99.9572%	3.368	0.00043



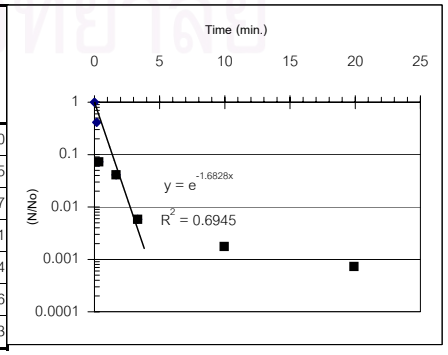
ชุดการทดลองที่ 343 Humic acid 0.5 mg/l + Tannic acid 3.0 mg/l + Lignin 3.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	107	102	109	2.12E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	41	41	42	8.27E+06	61.01%	0.409	0.38994
1	0.33	4	10,000	76	71	72	1.46E+06	93.11%	1.162	0.06887
5	1.66	4	10,000	45	45	48	9.20E+05	95.66%	1.363	0.04340
10	3.32	3	1,000	66	67	62	1.30E+05	99.39%	2.212	0.00613
30	9.95	2	100	188	188	187	3.75E+04	99.823%	2.752	0.00177
60	19.90	2	100	71	74	77	1.48E+04	99.9302%	3.156	0.00070



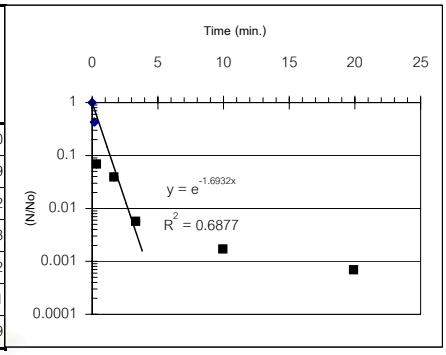
ชุดการทดลองที่ 344 Humic acid 0.5 mg/l + Tannic acid 3.0 mg/l + Lignin 3.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	109	102	106	2.11E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	41	48	42	8.73E+06	58.68%	0.384	0.41325
1	0.33	4	10,000	77	77	77	1.54E+06	92.71%	1.137	0.07287
5	1.66	4	10,000	40	45	45	8.67E+05	95.90%	1.387	0.04101
10	3.32	3	1,000	60	65	60	1.23E+05	99.42%	2.234	0.00584
30	9.95	2	100	186	182	189	3.71E+04	99.824%	2.755	0.00176
60	19.90	2	100	79	77	76	1.55E+04	99.9268%	3.136	0.00073



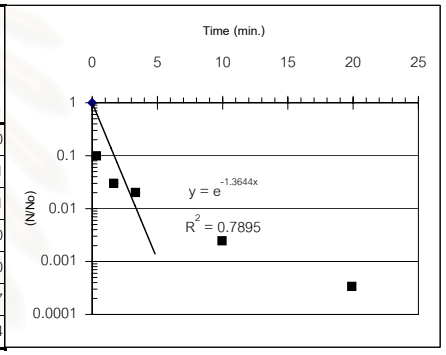
ชุดการทดลองที่ 345 Humic acid 0.5 mg/l + Tannic acid 3.0 mg/l + Lignin 3.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	109	108	108	2.17E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	48	47	44	9.27E+06	57.23%	0.369	0.42769
1	0.33	4	10,000	71	76	77	1.49E+06	93.11%	1.162	0.06892
5	1.66	4	10,000	40	46	42	8.53E+05	96.06%	1.405	0.03938
10	3.32	3	1,000	60	66	60	1.24E+05	99.43%	2.242	0.00572
30	9.95	2	100	188	187	181	3.71E+04	99.829%	2.767	0.00171
60	19.90	2	100	76	74	75	1.50E+04	99.9308%	3.160	0.00069



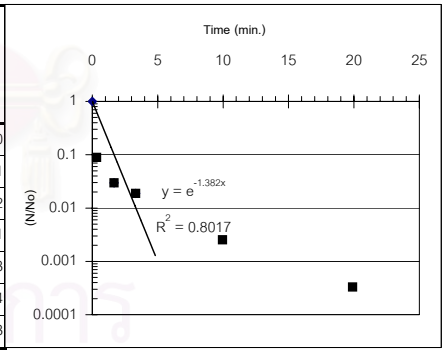
ชุดการทดลองที่ 346 Humic acid 1.0 mg/l + Tannic acid 3.0 mg/l + Lignin 0.5 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	34	31	36	6.73E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	40	45	45	8.67E+06	87.13%	0.890	0.12871
1	0.33	5	100,000	31	35	34	6.67E+06	90.10%	1.004	0.09901
5	1.66	4	10,000	102	100	100	2.01E+06	97.01%	1.524	0.02990
10	3.32	4	10,000	69	68	67	1.36E+06	97.98%	1.695	0.02020
30	9.95	3	1,000	81	81	87	1.66E+05	99.753%	2.608	0.00247
60	19.90	2	100	113	112	117	2.28E+04	99.9661%	3.470	0.00034



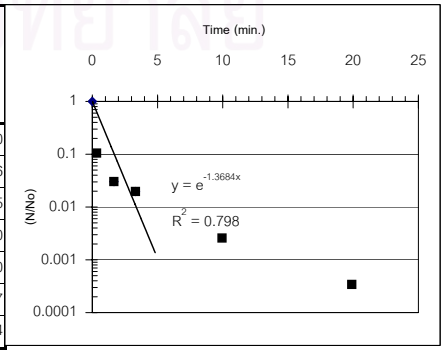
ชุดการทดลองที่ 347 Humic acid 1.0 mg/l + Tannic acid 3.0 mg/l + Lignin 0.5 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	39	30	34	6.87E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	43	45	42	8.67E+06	87.38%	0.899	0.12621
1	0.33	5	100,000	29	32	31	6.13E+06	91.07%	1.049	0.08932
5	1.66	4	10,000	102	102	102	2.04E+06	97.03%	1.527	0.02971
10	3.32	4	10,000	66	66	62	1.29E+06	98.12%	1.725	0.01883
30	9.95	3	1,000	87	88	87	1.75E+05	99.746%	2.595	0.00254
60	19.90	2	100	113	117	111	2.27E+04	99.9669%	3.480	0.00033



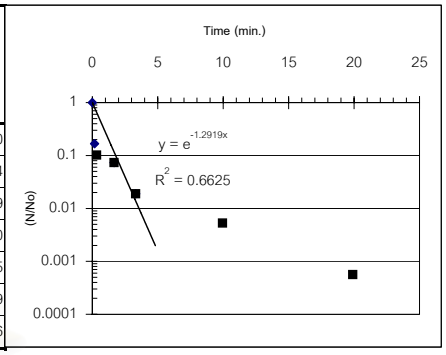
ชุดการทดลองที่ 348 Humic acid 1.0 mg/l + Tannic acid 3.0 mg/l + Lignin 0.5 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	34	33	34	6.73E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	39	36	40	7.67E+06	88.61%	0.944	0.11386
1	0.33	5	100,000	39	36	31	7.07E+06	89.50%	0.979	0.10495
5	1.66	4	10,000	101	100	106	2.05E+06	96.96%	1.517	0.03040
10	3.32	4	10,000	67	65	67	1.33E+06	98.03%	1.705	0.01970
30	9.95	3	1,000	86	88	86	1.73E+05	99.743%	2.589	0.00257
60	19.90	2	100	115	116	113	2.29E+04	99.9659%	3.468	0.00034



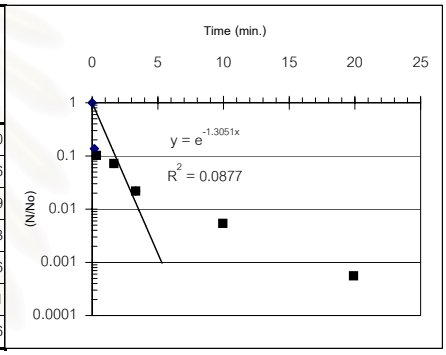
ชุดการทดลองที่ 349 Humic acid 1.0 mg/l + Tannic acid 3.0 mg/l + Lignin 1.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	68	62	61	1.27E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	10	11	11	2.13E+06	83.25%	0.776	0.16754
1	0.33	4	10,000	67	62	66	1.30E+06	89.79%	0.991	0.10209
5	1.66	4	10,000	43	49	48	9.33E+05	92.67%	1.135	0.07330
10	3.32	4	10,000	14	11	11	2.40E+05	98.12%	1.725	0.01885
30	9.95	3	1,000	37	34	30	6.73E+04	99.471%	2.277	0.00529
60	19.90	2	100	39	37	31	7.13E+03	99.9440%	3.252	0.00056



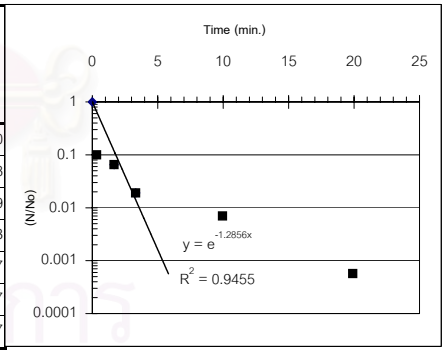
ชุดการทดลองที่ 350 Humic acid 1.0 mg/l + Tannic acid 3.0 mg/l + Lignin 1.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	61	62	60	1.22E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	4	10,000	83	87	81	1.67E+06	86.28%	0.863	0.13716
1	0.33	4	10,000	65	61	61	1.25E+06	89.78%	0.991	0.10219
5	1.66	4	10,000	45	47	40	8.80E+05	92.79%	1.142	0.07213
10	3.32	4	10,000	12	16	12	2.67E+05	97.81%	1.660	0.02186
30	9.95	3	1,000	36	31	32	6.60E+04	99.459%	2.267	0.00541
60	19.90	2	100	34	38	30	6.80E+03	99.9443%	3.254	0.00056



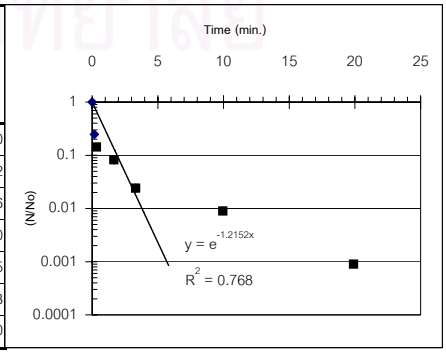
ชุดการทดลองที่ 351 Humic acid 1.0 mg/l + Tannic acid 3.0 mg/l + Lignin 1.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	67	68	60	1.30E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	7	8	9	1.60E+06	87.69%	0.910	0.12308
1	0.33	4	10,000	67	62	65	1.29E+06	90.05%	1.002	0.09949
5	1.66	4	10,000	43	44	40	8.47E+05	93.49%	1.186	0.06513
10	3.32	4	10,000	13	13	11	2.47E+05	98.10%	1.722	0.01897
30	9.95	3	1,000	49	47	40	9.07E+04	99.303%	2.156	0.00697
60	19.90	2	100	38	36	37	7.40E+03	99.9431%	3.245	0.00057



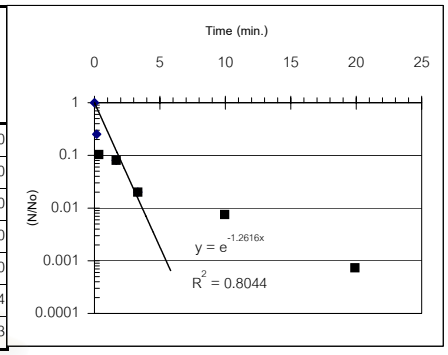
ชุดการทดลองที่ 352 Humic acid 1.0 mg/l + Tannic acid 3.0 mg/l + Lignin 3.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	10	13	19	2.80E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	30	39	35	6.93E+06	75.24%	0.606	0.24762
1	0.33	5	100,000	21	20	19	4.00E+06	85.71%	0.845	0.14286
5	1.66	4	10,000	116	112	116	2.29E+06	91.81%	1.087	0.08190
10	3.32	4	10,000	31	34	36	6.73E+05	97.60%	1.619	0.02405
30	9.95	3	1,000	128	127	120	2.50E+05	99.107%	2.049	0.00893
60	19.90	2	100	122	128	128	2.52E+04	99.9100%	3.046	0.00090



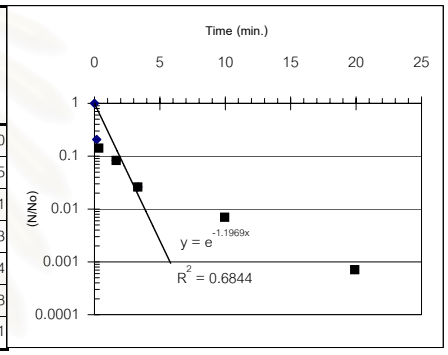
ชุดการทดลองที่ 353 Humic acid 1.0 mg/l + Tannic acid 3.0 mg/l + Lignin 3.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก ที่นับได้ในplateที่			จำนวน ไวรัส	ประสิทธิภาพ ในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	18	18	14	3.33E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	41	43	42	8.40E+06	74.80%	0.599	0.25200
1	0.33	5	100,000	16	14	22	3.47E+06	89.60%	0.983	0.10400
5	1.66	4	10,000	134	134	134	2.68E+06	91.96%	1.095	0.08040
10	3.32	4	10,000	39	30	31	6.67E+05	98.00%	1.699	0.02000
30	9.95	3	1,000	127	122	128	2.51E+05	99.246%	2.123	0.00754
60	19.90	2	100	120	121	125	2.44E+04	99.9268%	3.135	0.00073



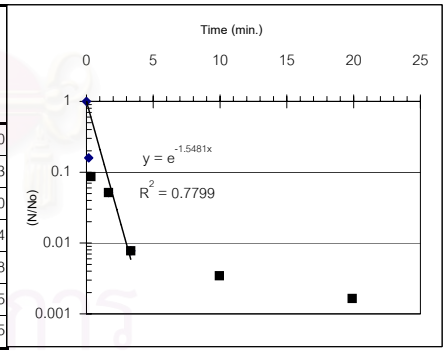
ชุดการทดลองที่ 354 Humic acid 1.0 mg/l + Tannic acid 3.0 mg/l + Lignin 3.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก ที่นับได้ในplateที่			จำนวน ไวรัส	ประสิทธิภาพ ในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	17	18	18	3.53E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	39	39	32	7.33E+06	79.25%	0.683	0.20755
1	0.33	5	100,000	25	22	28	5.00E+06	85.85%	0.849	0.14151
5	1.66	4	10,000	149	146	144	2.93E+06	91.72%	1.082	0.08283
10	3.32	4	10,000	47	49	42	9.20E+05	97.40%	1.584	0.02604
30	9.95	3	1,000	125	122	123	2.47E+05	99.302%	2.156	0.00698
60	19.90	2	100	129	125	122	2.51E+04	99.9291%	3.149	0.00071



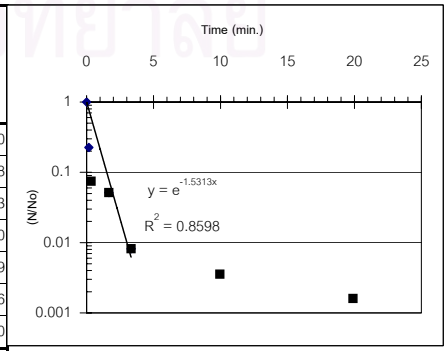
ชุดการทดลองที่ 355 Humic acid 3.0 mg/l + Tannic acid 3.0 mg/l + Lignin 0.5 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก ที่นับได้ในplateที่			จำนวน ไวรัส	ประสิทธิภาพ ในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	4	10,000	180	187	186	3.69E+06	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	4	10,000	26	31	31	5.87E+05	84.09%	0.798	0.15913
1	0.33	4	10,000	11	19	18	3.20E+05	91.32%	1.061	0.08680
5	1.66	3	1,000	97	96	92	1.90E+05	94.85%	1.288	0.05154
10	3.32	3	1,000	11	19	13	2.87E+04	99.22%	2.109	0.00778
30	9.95	2	100	63	61	67	1.27E+04	99.655%	2.462	0.00345
60	19.90	2	100	27	30	34	6.07E+03	99.8354%	2.784	0.00165



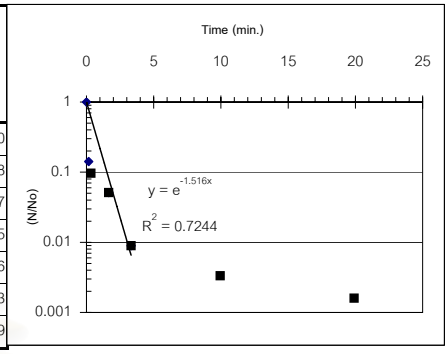
ชุดการทดลองที่ 356 Humic acid 3.0 mg/l + Tannic acid 3.0 mg/l + Lignin 0.5 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก ที่นับได้ในplateที่			จำนวน ไวรัส	ประสิทธิภาพ ในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	4	10,000	189	188	185	3.75E+06	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	4	10,000	41	46	40	8.47E+05	77.40%	0.646	0.22598
1	0.33	4	10,000	16	12	14	2.80E+05	92.53%	1.126	0.07473
5	1.66	3	1,000	99	97	94	1.93E+05	94.84%	1.287	0.05160
10	3.32	3	1,000	11	19	16	3.07E+04	99.18%	2.087	0.00819
30	9.95	2	100	63	68	69	1.33E+04	99.644%	2.449	0.00356
60	19.90	2	100	28	34	28	6.00E+03	99.8399%	2.795	0.00160



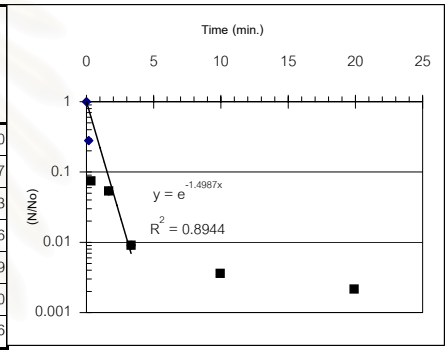
ชุดการทดลองที่ 357 Humic acid 3.0 mg/l + Tannic acid 3.0 mg/l + Lignin 0.5 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัส	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	4	10,000	180	189	189	3.72E+06	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	4	10,000	27	23	29	5.27E+05	85.84%	0.849	0.14158
1	0.33	4	10,000	19	18	17	3.60E+05	90.32%	1.014	0.09677
5	1.66	3	1,000	95	96	95	1.91E+05	94.87%	1.290	0.05125
10	3.32	3	1,000	17	18	15	3.33E+04	99.10%	2.048	0.00896
30	9.95	2	100	66	60	60	1.24E+04	99.667%	2.477	0.00333
60	19.90	2	100	32	28	29	5.93E+03	99.8405%	2.797	0.00159



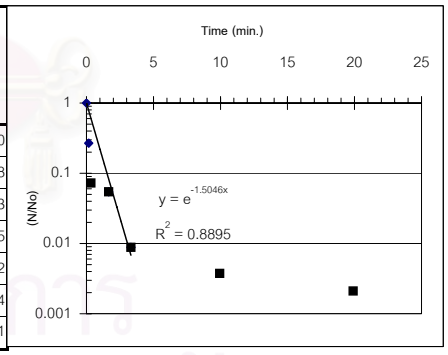
ชุดการทดลองที่ 358 Humic acid 3.0 mg/l + Tannic acid 3.0 mg/l + Lignin 1.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัส	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	66	60	60	1.24E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	18	15	19	3.47E+06	72.04%	0.554	0.27957
1	0.33	4	10,000	46	46	47	9.27E+05	92.53%	1.126	0.07473
5	1.66	4	10,000	36	32	32	6.67E+05	94.62%	1.270	0.05376
10	3.32	3	1,000	52	59	58	1.13E+05	99.09%	2.042	0.00909
30	9.95	3	1,000	25	20	22	4.47E+04	99.640%	2.443	0.00360
60	19.90	2	100	132	132	137	2.67E+04	99.7844%	2.666	0.00216



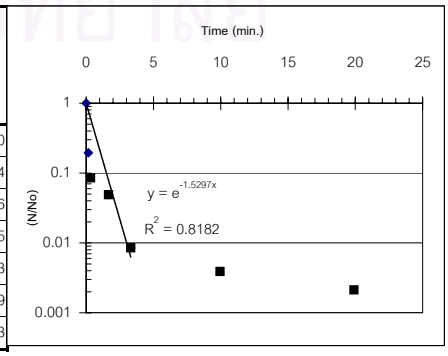
ชุดการทดลองที่ 359 Humic acid 3.0 mg/l + Tannic acid 3.0 mg/l + Lignin 1.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัส	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	61	60	66	1.25E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	15	19	16	3.33E+06	73.26%	0.573	0.26738
1	0.33	4	10,000	47	40	49	9.07E+05	92.73%	1.138	0.07273
5	1.66	4	10,000	32	39	31	6.80E+05	94.55%	1.263	0.05455
10	3.32	3	1,000	55	57	53	1.10E+05	99.12%	2.054	0.00882
30	9.95	3	1,000	23	20	27	4.67E+04	99.626%	2.427	0.00374
60	19.90	2	100	130	131	133	2.63E+04	99.7893%	2.676	0.00211



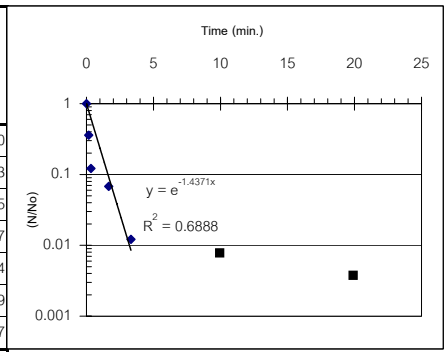
ชุดการทดลองที่ 360 Humic acid 3.0 mg/l + Tannic acid 3.0 mg/l + Lignin 1.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัส	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	67	63	60	1.27E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	11	11	15	2.47E+06	80.53%	0.711	0.19474
1	0.33	4	10,000	50	57	55	1.08E+06	91.47%	1.069	0.08526
5	1.66	4	10,000	30	30	33	6.20E+05	95.11%	1.310	0.04895
10	3.32	3	1,000	54	58	50	1.08E+05	99.15%	2.069	0.00853
30	9.95	3	1,000	25	20	29	4.93E+04	99.611%	2.410	0.00389
60	19.90	2	100	139	130	135	2.69E+04	99.7874%	2.672	0.00213



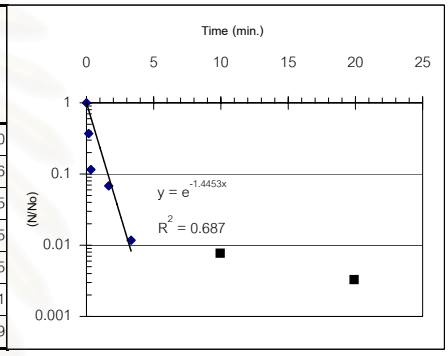
ชุดการทดลองที่ 361 Humic acid 3.0 mg/l + Tannic acid 3.0 mg/l + Lignin 3.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที) T_{run}	(นาที) T_{exp}	10^n n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	95	90	96	1.87E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	30	35	36	6.73E+06	64.06%	0.444	0.35943
1	0.33	4	10,000	115	114	112	2.27E+06	87.86%	0.916	0.12135
5	1.66	4	10,000	63	66	62	1.27E+06	93.20%	1.168	0.06797
10	3.32	3	1,000	111	118	112	2.27E+05	98.79%	1.916	0.01214
30	9.95	3	1,000	75	71	73	1.46E+05	99.221%	2.108	0.00779
60	19.90	3	1,000	32	39	35	7.07E+04	99.6228%	2.423	0.00377



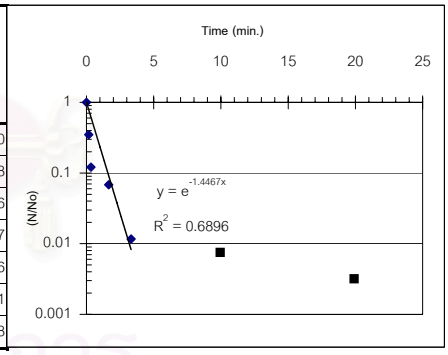
ชุดการทดลองที่ 362 Humic acid 3.0 mg/l + Tannic acid 3.0 mg/l + Lignin 3.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที) T_{run}	(นาที) T_{exp}	10^n n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	94	99	99	1.95E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	32	39	37	7.20E+06	63.01%	0.432	0.36986
1	0.33	4	10,000	110	114	114	2.25E+06	88.42%	0.936	0.11575
5	1.66	4	10,000	62	69	68	1.33E+06	93.18%	1.167	0.06815
10	3.32	3	1,000	112	115	116	2.29E+05	98.83%	1.930	0.01175
30	9.95	3	1,000	75	77	73	1.50E+05	99.229%	2.113	0.00771
60	19.90	3	1,000	35	30	31	6.40E+04	99.6712%	2.483	0.00329



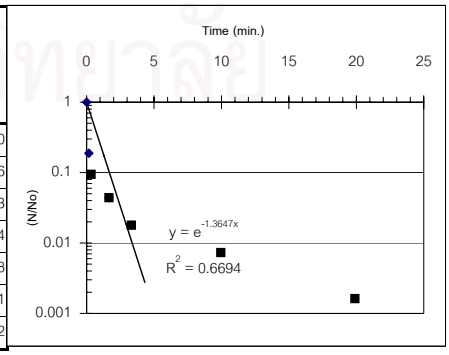
ชุดการทดลองที่ 363 Humic acid 3.0 mg/l + Tannic acid 3.0 mg/l + Lignin 3.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที) T_{run}	(นาที) T_{exp}	10^n n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	94	96	99	1.93E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	36	30	35	6.73E+06	65.05%	0.457	0.34948
1	0.33	4	10,000	113	118	118	2.33E+06	87.92%	0.918	0.12076
5	1.66	4	10,000	66	64	67	1.31E+06	93.18%	1.166	0.06817
10	3.32	3	1,000	112	114	111	2.25E+05	98.83%	1.933	0.01166
30	9.95	3	1,000	73	74	70	1.45E+05	99.249%	2.124	0.00751
60	19.90	3	1,000	30	31	31	6.13E+04	99.6817%	2.497	0.00318



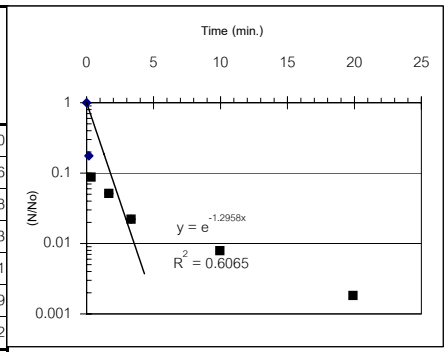
ชุดการทดลองที่ 364 Humic acid 5.0 mg/l + Tannic acid 3.0 mg/l + Lignin 0.5 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที) T_{run}	(นาที) T_{exp}	10^n n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	38	34	32	6.93E+06	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	4	10,000	68	66	62	1.31E+06	81.15%	0.725	0.18846
1	0.33	4	10,000	27	36	35	6.53E+05	90.58%	1.026	0.09423
5	1.66	3	1,000	150	151	156	3.05E+05	95.61%	1.357	0.04394
10	3.32	3	1,000	62	64	60	1.24E+05	98.21%	1.748	0.01788
30	9.95	3	1,000	20	29	27	5.07E+04	99.269%	2.136	0.00731
60	19.90	2	100	53	59	56	1.12E+04	99.8385%	2.792	0.00162



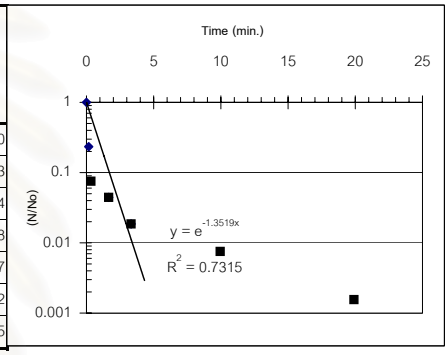
ชุดการทดลองที่ 365 Humic acid 5.0 mg/l + Tannic acid 3.0 mg/l + Lignin 0.5 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที) T_{run}	(นาที) T_{exp}	10^n n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	30	30	30	6.00E+06	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	4	10,000	51	51	56	1.05E+06	82.44%	0.756	0.17556
1	0.33	4	10,000	23	30	26	5.27E+05	91.22%	1.057	0.08778
5	1.66	3	1,000	150	154	158	3.08E+05	94.87%	1.290	0.05133
10	3.32	3	1,000	68	66	65	1.33E+05	97.79%	1.655	0.02211
30	9.95	3	1,000	21	22	28	4.73E+04	99.211%	2.103	0.00789
60	19.90	2	100	54	51	59	1.09E+04	99.8178%	2.739	0.00182



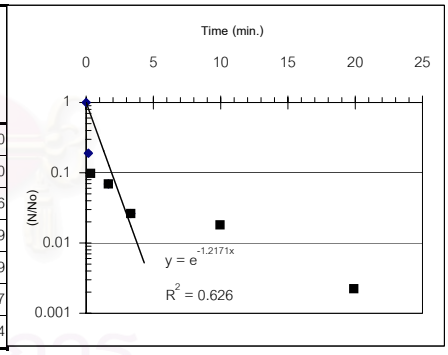
ชุดการทดลองที่ 366 Humic acid 5.0 mg/l + Tannic acid 3.0 mg/l + Lignin 0.5 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที) T_{run}	(นาที) T_{exp}	10^n n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	39	34	32	7.00E+06	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	4	10,000	83	82	80	1.63E+06	76.67%	0.632	0.23333
1	0.33	4	10,000	31	23	25	5.27E+05	92.48%	1.124	0.07524
5	1.66	3	1,000	152	156	158	3.11E+05	95.56%	1.353	0.04438
10	3.32	3	1,000	64	69	62	1.30E+05	98.14%	1.731	0.01857
30	9.95	3	1,000	28	24	27	5.27E+04	99.248%	2.124	0.00752
60	19.90	2	100	53	57	53	1.09E+04	99.8448%	2.809	0.00155



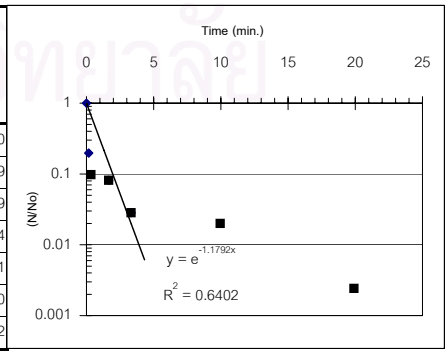
ชุดการทดลองที่ 367 Humic acid 5.0 mg/l + Tannic acid 3.0 mg/l + Lignin 1.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที) T_{run}	(นาที) T_{exp}	10^n n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	45	48	47	9.33E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	89	88	89	1.77E+07	81.00%	0.721	0.19000
1	0.33	5	100,000	47	49	41	9.13E+06	90.21%	1.009	0.09786
5	1.66	5	100,000	31	30	36	6.47E+06	93.07%	1.159	0.06929
10	3.32	4	10,000	122	123	123	2.45E+06	97.37%	1.580	0.02629
30	9.95	4	10,000	84	83	86	1.69E+06	98.193%	1.743	0.01807
60	19.90	3	1,000	103	102	108	2.09E+05	99.7764%	2.651	0.00224



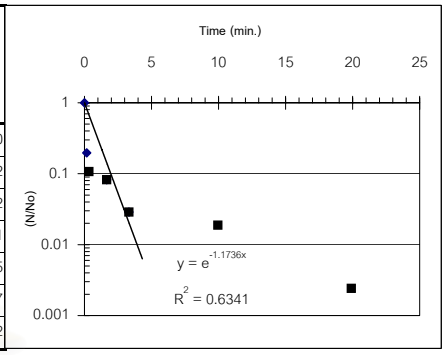
ชุดการทดลองที่ 368 Humic acid 5.0 mg/l + Tannic acid 3.0 mg/l + Lignin 1.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที) T_{run}	(นาที) T_{exp}	10^n n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	41	49	40	8.67E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	88	80	89	1.71E+07	80.23%	0.704	0.19769
1	0.33	5	100,000	42	45	40	8.47E+06	90.23%	1.010	0.09769
5	1.66	5	100,000	34	39	33	7.07E+06	91.85%	1.089	0.08154
10	3.32	4	10,000	127	121	120	2.45E+06	97.17%	1.548	0.02831
30	9.95	4	10,000	85	89	86	1.73E+06	98.000%	1.699	0.02000
60	19.90	3	1,000	105	102	108	2.10E+05	99.7577%	2.616	0.00242



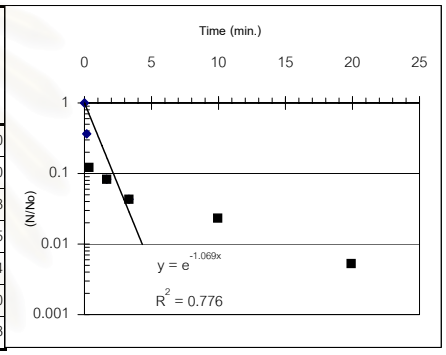
ชุดการทดลองที่ 369 Humic acid 5.0 mg/l + Tannic acid 3.0 mg/l + Lignin 1.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	43	46	41	8.67E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	83	88	85	1.71E+07	80.31%	0.706	0.19692
1	0.33	5	100,000	45	48	46	9.27E+06	89.31%	0.971	0.10692
5	1.66	5	100,000	32	39	36	7.13E+06	91.77%	1.085	0.08231
10	3.32	4	10,000	122	128	125	2.50E+06	97.12%	1.540	0.02885
30	9.95	4	10,000	82	80	82	1.63E+06	98.123%	1.727	0.01877
60	19.90	3	1,000	104	106	105	2.10E+05	99.7577%	2.616	0.00242



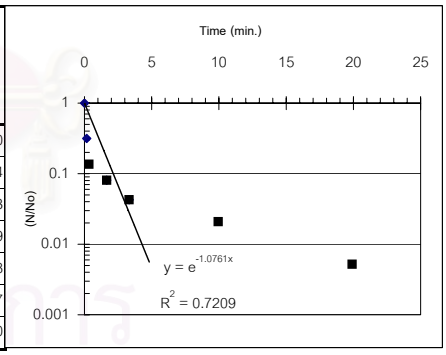
ชุดการทดลองที่ 370 Humic acid 5.0 mg/l + Tannic acid 3.0 mg/l + Lignin 3.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	107	100	102	2.06E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	39	35	39	7.53E+06	63.43%	0.437	0.36570
1	0.33	4	10,000	125	128	123	2.51E+06	87.83%	0.915	0.12168
5	1.66	4	10,000	87	86	83	1.71E+06	91.72%	1.082	0.08285
10	3.32	4	10,000	43	48	42	8.87E+05	95.70%	1.366	0.04304
30	9.95	4	10,000	27	24	21	4.80E+05	97.670%	1.633	0.02330
60	19.90	3	1,000	54	50	59	1.09E+05	99.4725%	2.278	0.00528



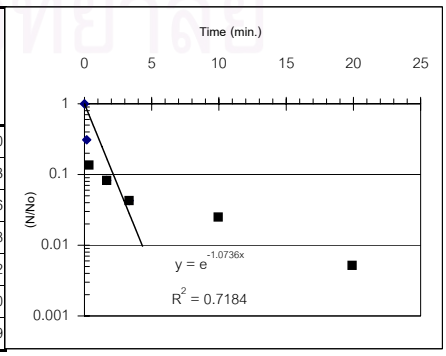
ชุดการทดลองที่ 371 Humic acid 5.0 mg/l + Tannic acid 3.0 mg/l + Lignin 3.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	104	108	109	2.14E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	32	34	35	6.73E+06	68.54%	0.502	0.31464
1	0.33	4	10,000	147	146	143	2.91E+06	86.42%	0.867	0.13583
5	1.66	4	10,000	89	83	87	1.73E+06	91.93%	1.093	0.08069
10	3.32	4	10,000	46	47	44	9.13E+05	95.73%	1.370	0.04268
30	9.95	4	10,000	23	21	23	4.47E+05	97.913%	1.680	0.02087
60	19.90	3	1,000	54	59	54	1.11E+05	99.4798%	2.284	0.00520



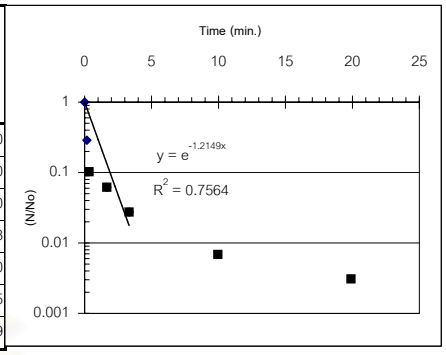
ชุดการทดลองที่ 372 Humic acid 5.0 mg/l + Tannic acid 3.0 mg/l + Lignin 3.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	105	103	108	2.11E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	31	34	33	6.53E+06	68.99%	0.508	0.31013
1	0.33	4	10,000	147	139	143	2.86E+06	86.42%	0.867	0.13576
5	1.66	4	10,000	87	86	87	1.73E+06	91.77%	1.085	0.08228
10	3.32	4	10,000	46	44	45	9.00E+05	95.73%	1.369	0.04272
30	9.95	4	10,000	23	28	28	5.27E+05	97.500%	1.602	0.02500
60	19.90	3	1,000	55	51	58	1.09E+05	99.4810%	2.285	0.00519



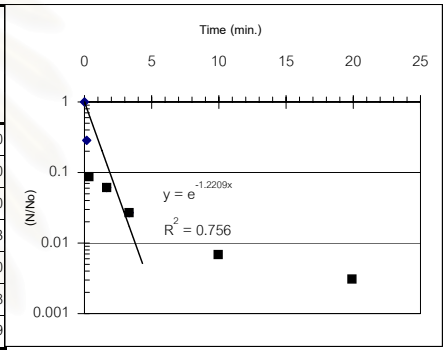
ชุดการทดลองที่ 373 Humic acid 0.5 mg/l + Tannic acid 5.0 mg/l + Lignin 0.5 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที) T_{run}	(นาที) T_{exp}	10^n n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	25	26	29	5.33E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	77	74	79	1.53E+07	71.25%	0.541	0.28750
1	0.33	5	100,000	27	26	29	5.47E+06	89.75%	0.989	0.10250
5	1.66	4	10,000	166	167	162	3.30E+06	93.81%	1.208	0.06188
10	3.32	4	10,000	73	76	71	1.47E+06	97.25%	1.561	0.02750
30	9.95	3	1,000	184	181	183	3.65E+05	99.315%	2.164	0.00685
60	19.90	3	1,000	80	82	85	1.65E+05	99.6913%	2.510	0.00309



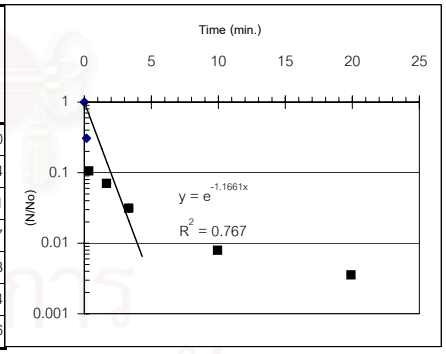
ชุดการทดลองที่ 374 Humic acid 0.5 mg/l + Tannic acid 5.0 mg/l + Lignin 0.5 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที) T_{run}	(นาที) T_{exp}	10^n n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	23	28	29	5.33E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	76	78	74	1.52E+07	71.50%	0.545	0.28500
1	0.33	5	100,000	26	23	21	4.67E+06	91.25%	1.058	0.08750
5	1.66	4	10,000	165	164	160	3.26E+06	93.89%	1.214	0.06113
10	3.32	4	10,000	76	70	70	1.44E+06	97.30%	1.569	0.02700
30	9.95	3	1,000	185	180	185	3.67E+05	99.313%	2.163	0.00688
60	19.90	3	1,000	84	81	82	1.65E+05	99.6913%	2.510	0.00309



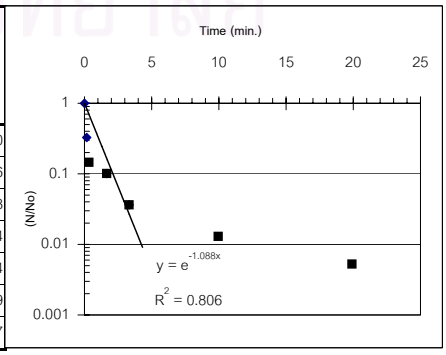
ชุดการทดลองที่ 375 Humic acid 0.5 mg/l + Tannic acid 5.0 mg/l + Lignin 0.5 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที) T_{run}	(นาที) T_{exp}	10^n n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	23	27	20	4.67E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	73	70	72	1.43E+07	69.29%	0.513	0.30714
1	0.33	5	100,000	27	27	20	4.93E+06	89.43%	0.976	0.10571
5	1.66	4	10,000	169	163	162	3.29E+06	92.94%	1.151	0.07057
10	3.32	4	10,000	75	75	70	1.47E+06	96.86%	1.503	0.03143
30	9.95	3	1,000	185	187	184	3.71E+05	99.206%	2.100	0.00794
60	19.90	3	1,000	82	80	87	1.66E+05	99.6443%	2.449	0.00356



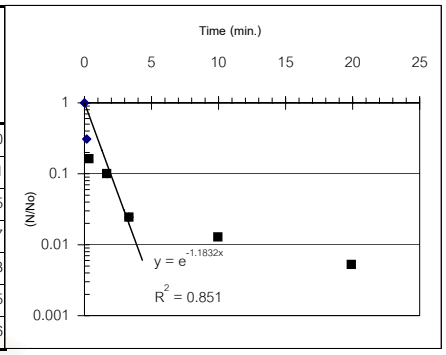
ชุดการทดลองที่ 376 Humic acid 0.5 mg/l + Tannic acid 5.0 mg/l + Lignin 1.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที) T_{run}	(นาที) T_{exp}	10^n n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	142	142	141	2.83E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	47	46	46	9.27E+06	67.29%	0.485	0.32706
1	0.33	5	100,000	21	20	21	4.13E+06	85.41%	0.836	0.14588
5	1.66	4	10,000	140	142	147	2.86E+06	89.91%	0.996	0.10094
10	3.32	4	10,000	50	51	53	1.03E+06	96.38%	1.441	0.03624
30	9.95	3	1,000	185	181	186	3.68E+05	98.701%	1.886	0.01299
60	19.90	3	1,000	77	76	71	1.49E+05	99.4729%	2.278	0.00527



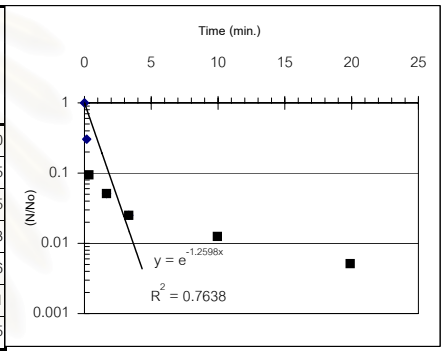
ชุดการทดลองที่ 377 Humic acid 0.5 mg/l + Tannic acid 5.0 mg/l + Lignin 1.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก			จำนวน	ประสิทธิภาพ		Survival
(นาที)	(นาที)	10^n		ที่นับได้ในplateที่			ไวรัส	ในการกำจัดโคลิฟาจ		ratio
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	140	145	143	2.85E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	45	41	46	8.80E+06	69.16%	0.511	0.30841
1	0.33	5	100,000	23	26	21	4.67E+06	83.64%	0.786	0.16355
5	1.66	4	10,000	148	140	142	2.87E+06	89.95%	0.998	0.10047
10	3.32	4	10,000	31	36	38	7.00E+05	97.55%	1.610	0.02453
30	9.95	3	1,000	182	180	188	3.67E+05	98.715%	1.891	0.01285
60	19.90	3	1,000	73	76	76	1.50E+05	99.4743%	2.279	0.00526



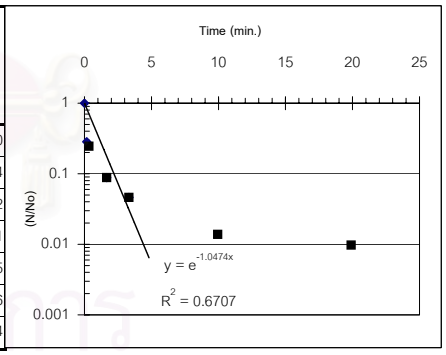
ชุดการทดลองที่ 378 Humic acid 0.5 mg/l + Tannic acid 5.0 mg/l + Lignin 1.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก			จำนวน	ประสิทธิภาพ		Survival
(นาที)	(นาที)	10^n		ที่นับได้ในplateที่			ไวรัส	ในการกำจัดโคลิฟาจ		ratio
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	148	142	145	2.90E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	43	44	45	8.80E+06	69.66%	0.518	0.30345
1	0.33	5	100,000	16	15	10	2.73E+06	90.57%	1.026	0.09425
5	1.66	4	10,000	74	74	74	1.48E+06	94.90%	1.292	0.05103
10	3.32	4	10,000	38	36	35	7.27E+05	97.49%	1.601	0.02506
30	9.95	3	1,000	181	180	183	3.63E+05	98.749%	1.903	0.01251
60	19.90	3	1,000	71	74	79	1.49E+05	99.4851%	2.288	0.00515



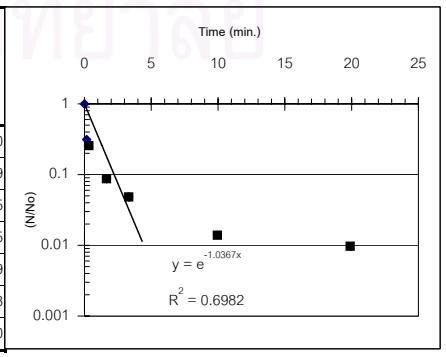
ชุดการทดลองที่ 379 Humic acid 0.5 mg/l + Tannic acid 5.0 mg/l + Lignin 3.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก			จำนวน	ประสิทธิภาพ		Survival
(นาที)	(นาที)	10^n		ที่นับได้ในplateที่			ไวรัส	ในการกำจัดโคลิฟาจ		ratio
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	178	179	177	3.56E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	49	51	52	1.01E+07	71.54%	0.546	0.28464
1	0.33	5	100,000	47	40	44	8.73E+06	75.47%	0.610	0.24532
5	1.66	5	100,000	13	17	17	3.13E+06	91.20%	1.055	0.08801
10	3.32	4	10,000	83	80	84	1.65E+06	95.37%	1.335	0.04625
30	9.95	4	10,000	28	21	25	4.93E+05	98.614%	1.858	0.01386
60	19.90	4	10,000	14	19	19	3.47E+05	99.0262%	2.012	0.00974



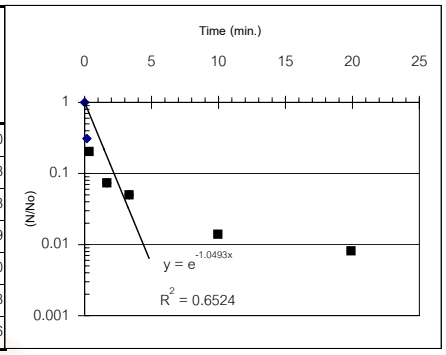
ชุดการทดลองที่ 380 Humic acid 0.5 mg/l + Tannic acid 5.0 mg/l + Lignin 3.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก			จำนวน	ประสิทธิภาพ		Survival
(นาที)	(นาที)	10^n		ที่นับได้ในplateที่			ไวรัส	ในการกำจัดโคลิฟาจ		ratio
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	179	173	174	3.51E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	56	54	55	1.10E+07	68.63%	0.504	0.31369
1	0.33	5	100,000	46	44	45	9.00E+06	74.33%	0.591	0.25665
5	1.66	5	100,000	11	19	16	3.07E+06	91.25%	1.058	0.08745
10	3.32	4	10,000	83	83	88	1.69E+06	95.17%	1.316	0.04829
30	9.95	4	10,000	25	27	21	4.87E+05	98.612%	1.858	0.01388
60	19.90	4	10,000	18	17	16	3.40E+05	99.0304%	2.013	0.00970



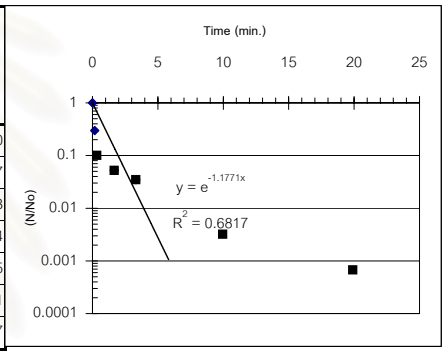
ชุดการทดลองที่ 381 Humic acid 0.5 mg/l + Tannic acid 5.0 mg/l + Lignin 3.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก			จำนวน	ประสิทธิภาพ		Survival
(นาที)	(นาที)	10^n		ที่นับได้ในplateที่			ไวรัส	ในการกำจัดโคลิฟาจ		ratio
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	170	172	173	3.43E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	51	52	57	1.07E+07	68.93%	0.508	0.31068
1	0.33	5	100,000	36	36	33	7.00E+06	79.61%	0.691	0.20388
5	1.66	5	100,000	13	15	10	2.53E+06	92.62%	1.132	0.07379
10	3.32	4	10,000	88	82	87	1.71E+06	95.01%	1.302	0.04990
30	9.95	4	10,000	24	21	27	4.80E+05	98.602%	1.854	0.01398
60	19.90	4	10,000	13	11	18	2.80E+05	99.1845%	2.089	0.00816



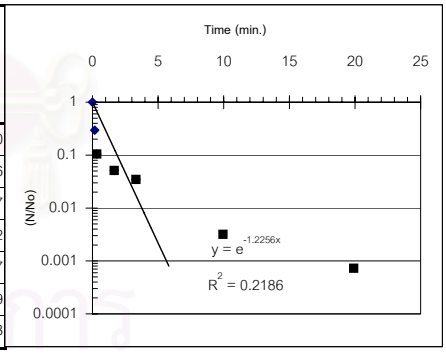
ชุดการทดลองที่ 382 Humic acid 1.0 mg/l + Tannic acid 5.0 mg/l + Lignin 0.5 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก			จำนวน	ประสิทธิภาพ		Survival
(นาที)	(นาที)	10^n		ที่นับได้ในplateที่			ไวรัส	ในการกำจัดโคลิฟาจ		ratio
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	39	35	33	7.13E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	105	108	107	2.13E+07	70.09%	0.524	0.29907
1	0.33	5	100,000	36	37	35	7.20E+06	89.91%	0.996	0.10093
5	1.66	4	10,000	184	189	186	3.73E+06	94.78%	1.282	0.05224
10	3.32	4	10,000	125	129	120	2.49E+06	96.50%	1.457	0.03495
30	9.95	3	1,000	111	115	118	2.29E+05	99.679%	2.493	0.00321
60	19.90	3	1,000	22	24	26	4.80E+04	99.9327%	3.172	0.00067



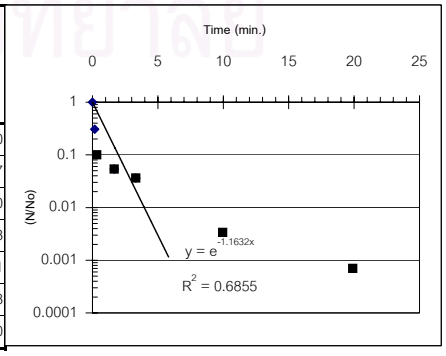
ชุดการทดลองที่ 383 Humic acid 1.0 mg/l + Tannic acid 5.0 mg/l + Lignin 0.5 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก			จำนวน	ประสิทธิภาพ		Survival
(นาที)	(นาที)	10^n		ที่นับได้ในplateที่			ไวรัส	ในการกำจัดโคลิฟาจ		ratio
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	33	37	37	7.13E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	108	103	106	2.11E+07	70.37%	0.528	0.29626
1	0.33	5	100,000	34	39	39	7.47E+06	89.53%	0.980	0.10467
5	1.66	4	10,000	180	187	180	3.65E+06	94.89%	1.291	0.05112
10	3.32	4	10,000	127	124	121	2.48E+06	96.52%	1.459	0.03477
30	9.95	3	1,000	112	111	118	2.27E+05	99.681%	2.497	0.00319
60	19.90	3	1,000	29	28	21	5.20E+04	99.9271%	3.137	0.00073



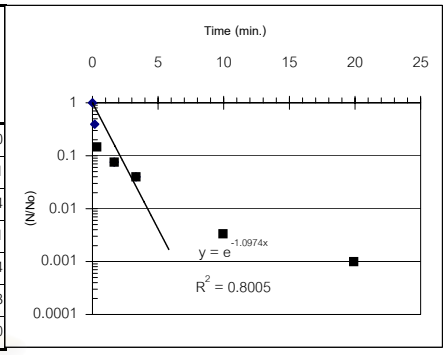
ชุดการทดลองที่ 384 Humic acid 1.0 mg/l + Tannic acid 5.0 mg/l + Lignin 0.5 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก			จำนวน	ประสิทธิภาพ		Survival
(นาที)	(นาที)	10^n		ที่นับได้ในplateที่			ไวรัส	ในการกำจัดโคลิฟาจ		ratio
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	36	31	36	6.87E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	104	104	109	2.11E+07	69.22%	0.512	0.30777
1	0.33	5	100,000	33	34	36	6.87E+06	90.00%	1.000	0.10000
5	1.66	4	10,000	185	184	186	3.70E+06	94.61%	1.269	0.05388
10	3.32	4	10,000	125	129	121	2.50E+06	96.36%	1.439	0.03641
30	9.95	3	1,000	117	115	116	2.32E+05	99.662%	2.471	0.00338
60	19.90	3	1,000	25	25	22	4.80E+04	99.9301%	3.156	0.00070



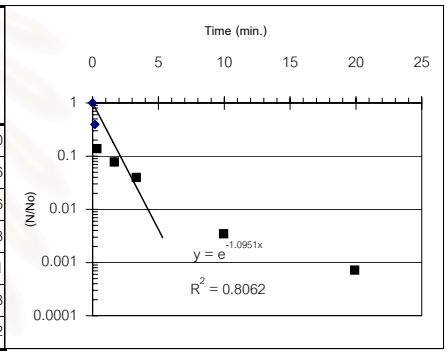
ชุดการทดลองที่ 385 Humic acid 1.0 mg/l + Tannic acid 5.0 mg/l + Lignin 1.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที) T_{run}	(นาที) T_{exp}	10^n n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	163	166	163	3.28E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	62	68	64	1.29E+07	60.57%	0.404	0.39431
1	0.33	5	100,000	22	25	25	4.80E+06	85.37%	0.835	0.14634
5	1.66	4	10,000	125	124	124	2.49E+06	92.42%	1.120	0.07581
10	3.32	4	10,000	68	65	63	1.31E+06	96.02%	1.400	0.03984
30	9.95	3	1,000	53	52	59	1.09E+05	99.667%	2.477	0.00333
60	19.90	3	1,000	15	17	17	3.27E+04	99.9004%	3.002	0.00100



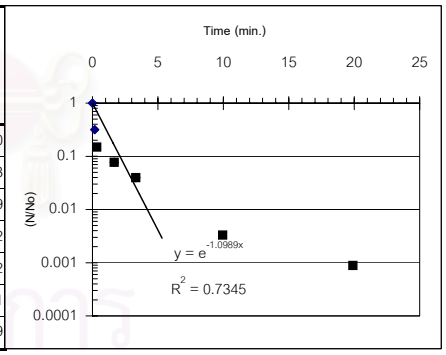
ชุดการทดลองที่ 386 Humic acid 1.0 mg/l + Tannic acid 5.0 mg/l + Lignin 1.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที) T_{run}	(นาที) T_{exp}	10^n n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	162	161	163	3.24E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	69	62	61	1.28E+07	60.49%	0.403	0.39506
1	0.33	5	100,000	21	26	20	4.47E+06	86.21%	0.861	0.13786
5	1.66	4	10,000	122	127	129	2.52E+06	92.22%	1.109	0.07778
10	3.32	4	10,000	60	68	65	1.29E+06	96.03%	1.401	0.03971
30	9.95	3	1,000	56	59	54	1.13E+05	99.652%	2.459	0.00348
60	19.90	3	1,000	10	11	14	2.33E+04	99.9280%	3.143	0.00072



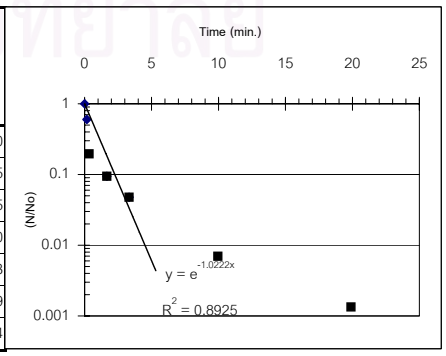
ชุดการทดลองที่ 387 Humic acid 1.0 mg/l + Tannic acid 5.0 mg/l + Lignin 1.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที) T_{run}	(นาที) T_{exp}	10^n n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	169	165	162	3.31E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	51	53	53	1.05E+07	68.35%	0.500	0.31653
1	0.33	5	100,000	28	23	23	4.93E+06	85.08%	0.826	0.14919
5	1.66	4	10,000	129	125	128	2.55E+06	92.30%	1.113	0.07702
10	3.32	4	10,000	66	65	66	1.31E+06	96.03%	1.401	0.03972
30	9.95	3	1,000	52	57	55	1.09E+05	99.669%	2.481	0.00331
60	19.90	3	1,000	14	14	16	2.93E+04	99.9113%	3.052	0.00089



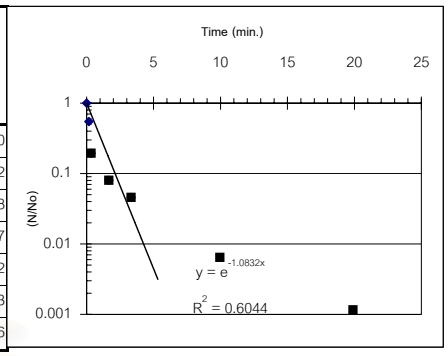
ชุดการทดลองที่ 388 Humic acid 1.0 mg/l + Tannic acid 5.0 mg/l + Lignin 3.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลักที่นับได้ในplateที่			จำนวนไวรัสเฉลี่ย(N)	ประสิทธิภาพในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที) T_{run}	(นาที) T_{exp}	10^n n=	1 :	1	2	3		(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	90	94	92	1.84E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	55	54	57	1.11E+07	39.86%	0.221	0.60145
1	0.33	5	100,000	18	17	19	3.60E+06	80.43%	0.709	0.19565
5	1.66	4	10,000	86	88	86	1.73E+06	90.58%	1.026	0.09420
10	3.32	4	10,000	40	47	45	8.80E+05	95.22%	1.320	0.04783
30	9.95	3	1,000	65	65	63	1.29E+05	99.301%	2.155	0.00699
60	19.90	3	1,000	12	12	13	2.47E+04	99.8659%	2.873	0.00134



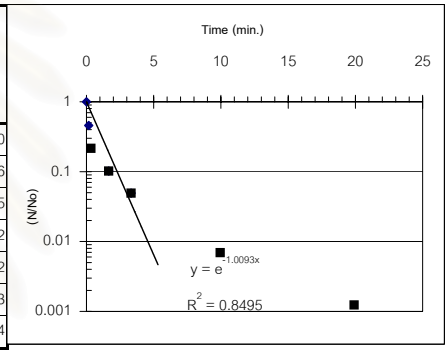
ชุดการทดลองที่ 389 Humic acid 1.0 mg/l + Tannic acid 5.0 mg/l + Lignin 3.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก ที่นับได้ในplateที่			จำนวน ไวรัส	ประสิทธิภาพ ในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	98	97	99	1.96E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	52	50	59	1.07E+07	45.24%	0.262	0.54762
1	0.33	5	100,000	15	24	18	3.80E+06	80.61%	0.712	0.19388
5	1.66	4	10,000	78	79	79	1.57E+06	91.97%	1.095	0.08027
10	3.32	4	10,000	43	48	44	9.00E+05	95.41%	1.338	0.04592
30	9.95	3	1,000	67	62	60	1.26E+05	99.357%	2.192	0.00643
60	19.90	3	1,000	10	10	14	2.27E+04	99.8844%	2.937	0.00116



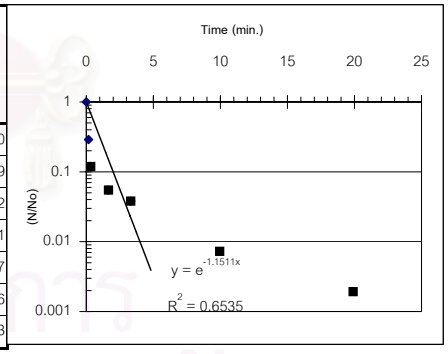
ชุดการทดลองที่ 390 Humic acid 1.0 mg/l + Tannic acid 5.0 mg/l + Lignin 3.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก ที่นับได้ในplateที่			จำนวน ไวรัส	ประสิทธิภาพ ในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	99	93	91	1.89E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	43	43	44	8.67E+06	54.06%	0.338	0.45936
1	0.33	5	100,000	23	22	16	4.07E+06	78.45%	0.666	0.21555
5	1.66	4	10,000	97	94	98	1.93E+06	89.79%	0.991	0.10212
10	3.32	4	10,000	47	44	48	9.27E+05	95.09%	1.309	0.04912
30	9.95	3	1,000	67	66	63	1.31E+05	99.307%	2.160	0.00693
60	19.90	3	1,000	11	12	12	2.33E+04	99.8763%	2.908	0.00124



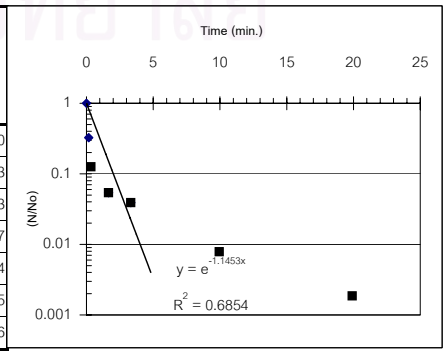
ชุดการทดลองที่ 391 Humic acid 3.0 mg/l + Tannic acid 5.0 mg/l + Lignin 0.5 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก ที่นับได้ในplateที่			จำนวน ไวรัส	ประสิทธิภาพ ในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	49	40	46	9.00E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	6	1,000,000	13	14	12	2.60E+07	71.11%	0.539	0.28889
1	0.33	5	100,000	54	54	52	1.07E+07	88.15%	0.926	0.11852
5	1.66	5	100,000	24	29	21	4.93E+06	94.52%	1.261	0.05481
10	3.32	4	10,000	173	170	171	3.43E+06	96.19%	1.419	0.03807
30	9.95	4	10,000	31	32	35	6.53E+05	99.274%	2.139	0.00726
60	19.90	3	1,000	85	89	86	1.73E+05	99.8074%	2.715	0.00193



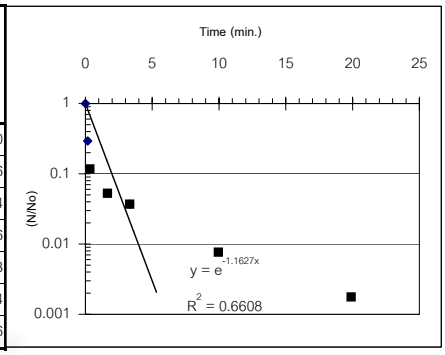
ชุดการทดลองที่ 392 Humic acid 3.0 mg/l + Tannic acid 5.0 mg/l + Lignin 0.5 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก ที่นับได้ในplateที่			จำนวน ไวรัส	ประสิทธิภาพ ในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	45	46	44	9.00E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	6	1,000,000	14	13	17	2.93E+07	67.41%	0.487	0.32593
1	0.33	5	100,000	59	52	59	1.13E+07	87.41%	0.900	0.12593
5	1.66	5	100,000	24	27	22	4.87E+06	94.59%	1.267	0.05407
10	3.32	4	10,000	172	177	178	3.51E+06	96.10%	1.409	0.03904
30	9.95	4	10,000	37	35	34	7.07E+05	99.215%	2.105	0.00785
60	19.90	3	1,000	86	85	80	1.67E+05	99.8141%	2.731	0.00186



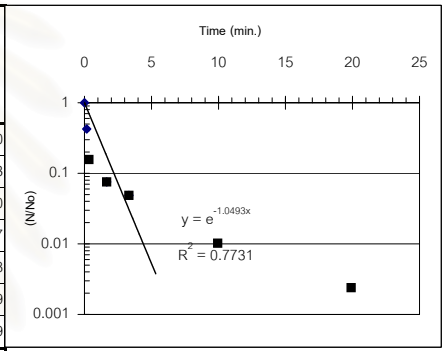
ชุดการทดลองที่ 393 Humic acid 3.0 mg/l + Tannic acid 5.0 mg/l + Lignin 0.5 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก			จำนวน	ประสิทธิภาพ		Survival
(นาที)	(นาที)	10^n		ที่นับได้ในplateที่			ไวรัส	ในการกำจัดโคลิฟาจ		ratio
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	46	46	48	9.33E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	6	1,000,000	15	15	11	2.73E+07	70.71%	0.533	0.29286
1	0.33	5	100,000	52	59	53	1.09E+07	88.29%	0.931	0.11714
5	1.66	5	100,000	24	23	27	4.93E+06	94.71%	1.277	0.05286
10	3.32	4	10,000	175	172	170	3.45E+06	96.31%	1.433	0.03693
30	9.95	4	10,000	38	31	38	7.13E+05	99.236%	2.117	0.00764
60	19.90	3	1,000	81	81	85	1.65E+05	99.8236%	2.753	0.00176



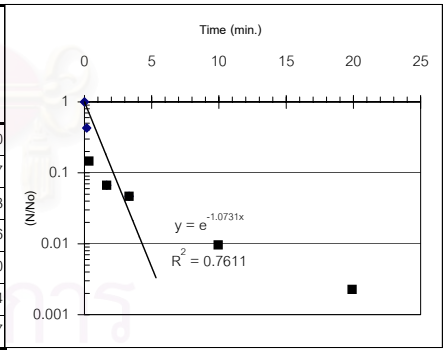
ชุดการทดลองที่ 394 Humic acid 3.0 mg/l + Tannic acid 5.0 mg/l + Lignin 1.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก			จำนวน	ประสิทธิภาพ		Survival
(นาที)	(นาที)	10^n		ที่นับได้ในplateที่			ไวรัส	ในการกำจัดโคลิฟาจ		ratio
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	36	37	33	7.07E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	6	1,000,000	16	17	12	3.00E+07	57.55%	0.372	0.42453
1	0.33	5	100,000	55	58	53	1.11E+07	84.34%	0.805	0.15660
5	1.66	5	100,000	27	26	27	5.33E+06	92.45%	1.122	0.07547
10	3.32	4	10,000	171	170	174	3.43E+06	95.14%	1.313	0.04858
30	9.95	4	10,000	36	38	34	7.20E+05	98.981%	1.992	0.01019
60	19.90	3	1,000	85	87	81	1.69E+05	99.7613%	2.622	0.00239



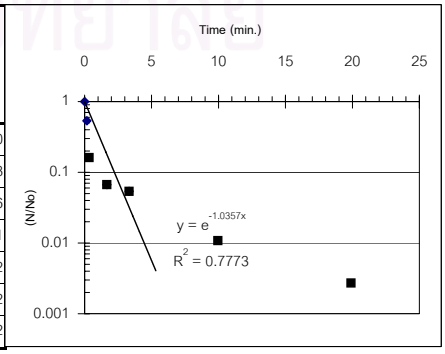
ชุดการทดลองที่ 395 Humic acid 3.0 mg/l + Tannic acid 5.0 mg/l + Lignin 1.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก			จำนวน	ประสิทธิภาพ		Survival
(นาที)	(นาที)	10^n		ที่นับได้ในplateที่			ไวรัส	ในการกำจัดโคลิฟาจ		ratio
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	36	38	38	7.47E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	6	1,000,000	14	16	18	3.20E+07	57.14%	0.368	0.42857
1	0.33	5	100,000	52	56	56	1.09E+07	85.36%	0.834	0.14643
5	1.66	5	100,000	26	24	25	5.00E+06	93.30%	1.174	0.06696
10	3.32	4	10,000	172	177	174	3.49E+06	95.33%	1.331	0.04670
30	9.95	4	10,000	38	37	33	7.20E+05	99.036%	2.016	0.00964
60	19.90	3	1,000	88	84	82	1.69E+05	99.7732%	2.644	0.00227



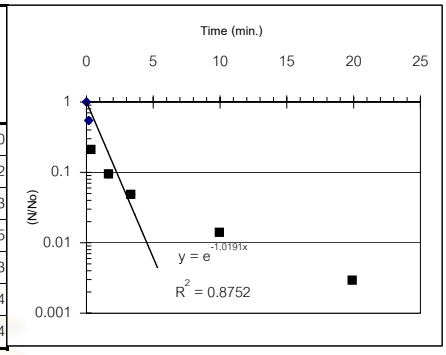
ชุดการทดลองที่ 396 Humic acid 3.0 mg/l + Tannic acid 5.0 mg/l + Lignin 1.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก			จำนวน	ประสิทธิภาพ		Survival
(นาที)	(นาที)	10^n		ที่นับได้ในplateที่			ไวรัส	ในการกำจัดโคลิฟาจ		ratio
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	6	1,000,000	33	34	30	6.47E+07	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	6	1,000,000	16	19	17	3.47E+07	46.39%	0.271	0.53608
1	0.33	5	100,000	56	51	50	1.05E+07	83.81%	0.791	0.16186
5	1.66	5	100,000	22	22	21	4.33E+06	93.30%	1.174	0.06701
10	3.32	4	10,000	174	174	175	3.49E+06	94.61%	1.268	0.05392
30	9.95	4	10,000	34	32	39	7.00E+05	98.918%	1.966	0.01082
60	19.90	3	1,000	88	89	87	1.76E+05	99.7278%	2.565	0.00272



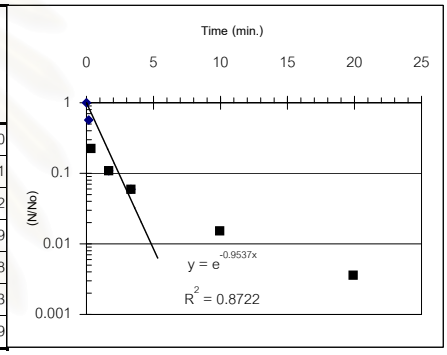
ชุดการทดลองที่ 397 Humic acid 3.0 mg/l + Tannic acid 5.0 mg/l + Lignin 3.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก ที่นับได้ในplateที่			จำนวน ไวรัส	ประสิทธิภาพ ในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	48	43	45	9.07E+06	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	26	21	27	4.93E+06	45.59%	0.264	0.54412
1	0.33	4	10,000	93	98	96	1.91E+06	78.90%	0.676	0.21103
5	1.66	4	10,000	48	41	40	8.60E+05	90.51%	1.023	0.09485
10	3.32	4	10,000	20	26	20	4.40E+05	95.15%	1.314	0.04853
30	9.95	3	1,000	61	68	62	1.27E+05	98.596%	1.853	0.01404
60	19.90	3	1,000	16	14	10	2.67E+04	99.7059%	2.531	0.00294



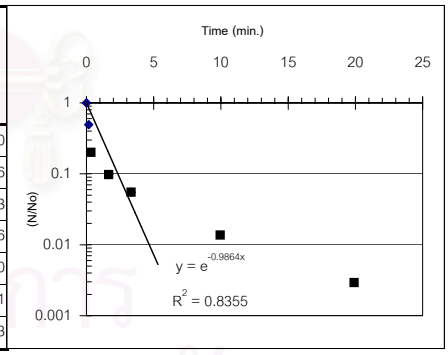
ชุดการทดลองที่ 398 Humic acid 3.0 mg/l + Tannic acid 5.0 mg/l + Lignin 3.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก ที่นับได้ในplateที่			จำนวน ไวรัส	ประสิทธิภาพ ในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	40	47	41	8.53E+06	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	20	28	25	4.87E+06	42.97%	0.244	0.57031
1	0.33	4	10,000	92	96	99	1.91E+06	77.58%	0.649	0.22422
5	1.66	4	10,000	47	49	43	9.27E+05	89.14%	0.964	0.10859
10	3.32	4	10,000	25	27	24	5.07E+05	94.06%	1.226	0.05938
30	9.95	3	1,000	64	62	69	1.30E+05	98.477%	1.817	0.01523
60	19.90	3	1,000	17	12	17	3.07E+04	99.6406%	2.444	0.00359



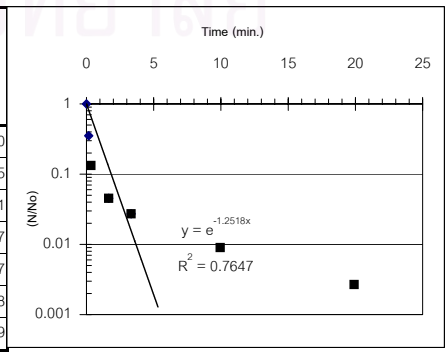
ชุดการทดลองที่ 399 Humic acid 3.0 mg/l + Tannic acid 5.0 mg/l + Lignin 3.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก ที่นับได้ในplateที่			จำนวน ไวรัส	ประสิทธิภาพ ในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	45	49	46	9.33E+06	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	5	100,000	21	22	26	4.60E+06	50.71%	0.307	0.49286
1	0.33	4	10,000	93	99	90	1.88E+06	79.86%	0.696	0.20143
5	1.66	4	10,000	46	45	46	9.13E+05	90.21%	1.009	0.09786
10	3.32	4	10,000	26	25	26	5.13E+05	94.50%	1.260	0.05500
30	9.95	3	1,000	66	60	66	1.28E+05	98.629%	1.863	0.01371
60	19.90	3	1,000	10	12	19	2.73E+04	99.7071%	2.533	0.00293



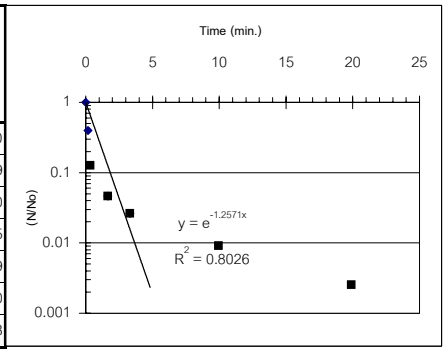
ชุดการทดลองที่ 400 Humic acid 5.0 mg/l + Tannic acid 5.0 mg/l + Lignin 0.5 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก ที่นับได้ในplateที่			จำนวน ไวรัส	ประสิทธิภาพ ในการกำจัดโคลิฟาจ		Survival ratio
(นาที)	(นาที)	10^n								
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	4	10,000	70	74	72	1.44E+06	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	4	10,000	29	23	24	5.07E+05	64.81%	0.454	0.35185
1	0.33	3	1,000	98	97	91	1.91E+05	86.76%	0.878	0.13241
5	1.66	3	1,000	32	32	34	6.53E+04	95.46%	1.343	0.04537
10	3.32	2	100	194	196	199	3.93E+04	97.27%	1.564	0.02727
30	9.95	2	100	68	65	61	1.29E+04	99.102%	2.047	0.00898
60	19.90	2	100	18	20	20	3.87E+03	99.7315%	2.571	0.00269



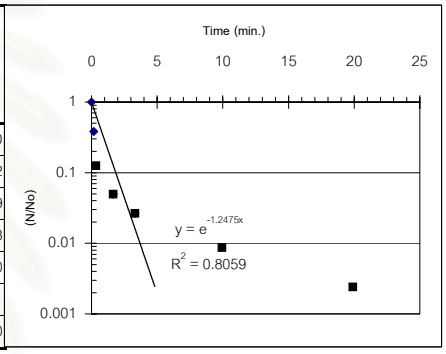
ชุดการทดลองที่ 401 Humic acid 5.0 mg/l + Tannic acid 5.0 mg/l + Lignin 0.5 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก			จำนวน	ประสิทธิภาพ		Survival
(นาที)	(นาที)	10^n		ที่นับได้ในplateที่			ไวรัส	ในการกำจัดโคลิฟาจ		ratio
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	4	10,000	71	72	78	1.47E+06	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	4	10,000	31	28	29	5.87E+05	60.18%	0.400	0.39819
1	0.33	3	1,000	95	90	95	1.87E+05	87.33%	0.897	0.12670
5	1.66	3	1,000	35	30	37	6.80E+04	95.38%	1.336	0.04615
10	3.32	2	100	191	199	191	3.87E+04	97.37%	1.580	0.02629
30	9.95	2	100	67	67	67	1.34E+04	99.090%	2.041	0.00910
60	19.90	2	100	17	19	20	3.73E+03	99.7466%	2.596	0.00253



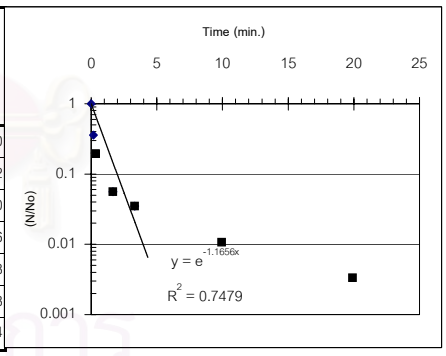
ชุดการทดลองที่ 402 Humic acid 5.0 mg/l + Tannic acid 5.0 mg/l + Lignin 0.5 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก			จำนวน	ประสิทธิภาพ		Survival
(นาที)	(นาที)	10^n		ที่นับได้ในplateที่			ไวรัส	ในการกำจัดโคลิฟาจ		ratio
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	4	10,000	75	72	78	1.50E+06	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	4	10,000	30	27	29	5.73E+05	61.78%	0.418	0.38222
1	0.33	3	1,000	90	97	94	1.87E+05	87.51%	0.903	0.12489
5	1.66	3	1,000	37	36	39	7.47E+04	95.02%	1.303	0.04978
10	3.32	2	100	198	198	198	3.96E+04	97.36%	1.578	0.02640
30	9.95	2	100	65	65	66	1.31E+04	99.129%	2.060	0.00871
60	19.90	2	100	17	17	20	3.60E+03	99.7600%	2.620	0.00240



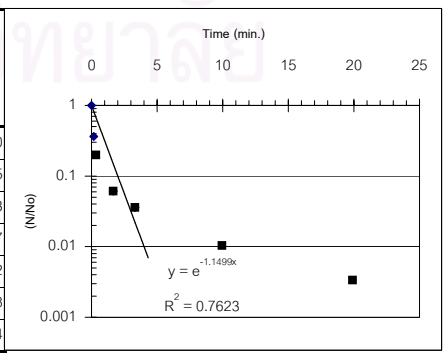
ชุดการทดลองที่ 403 Humic acid 5.0 mg/l + Tannic acid 5.0 mg/l + Lignin 1.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก			จำนวน	ประสิทธิภาพ		Survival
(นาที)	(นาที)	10^n		ที่นับได้ในplateที่			ไวรัส	ในการกำจัดโคลิฟาจ		ratio
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	44	42	46	8.80E+06	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	4	10,000	155	157	159	3.14E+06	64.32%	0.448	0.35682
1	0.33	4	10,000	81	87	89	1.71E+06	80.53%	0.711	0.19470
5	1.66	4	10,000	25	27	22	4.93E+05	94.39%	1.251	0.05606
10	3.32	3	1,000	154	158	151	3.09E+05	96.49%	1.455	0.03508
30	9.95	3	1,000	46	45	50	9.40E+04	98.932%	1.971	0.01068
60	19.90	2	100	145	149	147	2.94E+04	99.6659%	2.476	0.00334



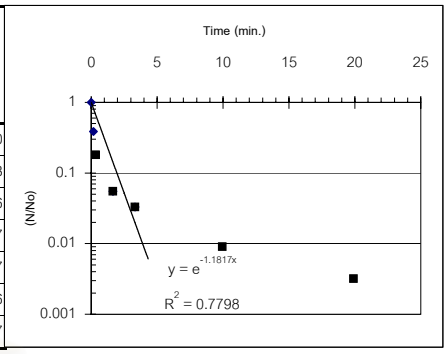
ชุดการทดลองที่ 404 Humic acid 5.0 mg/l + Tannic acid 5.0 mg/l + Lignin 1.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก			จำนวน	ประสิทธิภาพ		Survival
(นาที)	(นาที)	10^n		ที่นับได้ในplateที่			ไวรัส	ในการกำจัดโคลิฟาจ		ratio
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	40	44	46	8.67E+06	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	4	10,000	158	157	158	3.15E+06	63.62%	0.439	0.36385
1	0.33	4	10,000	88	82	89	1.73E+06	80.08%	0.701	0.19923
5	1.66	4	10,000	29	23	27	5.27E+05	93.92%	1.216	0.06077
10	3.32	3	1,000	157	159	151	3.11E+05	96.41%	1.445	0.03592
30	9.95	3	1,000	47	46	42	9.00E+04	98.962%	1.984	0.01038
60	19.90	2	100	144	148	142	2.89E+04	99.6662%	2.476	0.00334



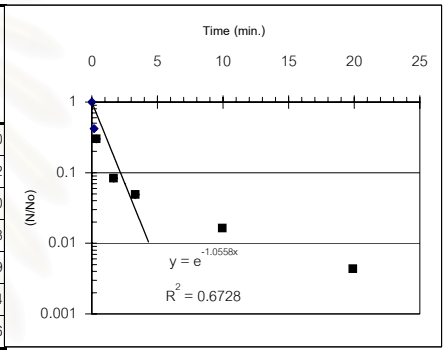
ชุดการทดลองที่ 405 Humic acid 5.0 mg/l + Tannic acid 5.0 mg/l + Lignin 1.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก			จำนวน	ประสิทธิภาพ		Survival
(นาที)	(นาที)	10^n		ที่นับได้ในplateที่			ไวรัส	ในการกำจัดโคลิฟาจ		ratio
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	43	48	47	9.20E+06	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	4	10,000	179	177	177	3.55E+06	61.38%	0.413	0.38623
1	0.33	4	10,000	82	88	80	1.67E+06	81.88%	0.742	0.18116
5	1.66	4	10,000	22	27	27	5.07E+05	94.49%	1.259	0.05507
10	3.32	3	1,000	152	151	152	3.03E+05	96.70%	1.482	0.03297
30	9.95	3	1,000	44	41	40	8.33E+04	99.094%	2.043	0.00906
60	19.90	2	100	142	147	149	2.92E+04	99.6826%	2.498	0.00317



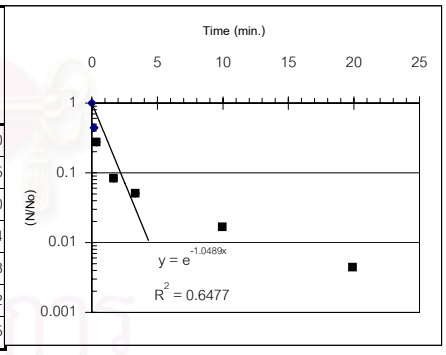
ชุดการทดลองที่ 406 Humic acid 5.0 mg/l + Tannic acid 5.0 mg/l + Lignin 3.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก			จำนวน	ประสิทธิภาพ		Survival
(นาที)	(นาที)	10^n		ที่นับได้ในplateที่			ไวรัส	ในการกำจัดโคลิฟาจ		ratio
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	12	15	18	3.00E+06	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	4	10,000	61	64	65	1.27E+06	57.78%	0.374	0.42222
1	0.33	4	10,000	41	46	48	9.00E+05	70.00%	0.523	0.30000
5	1.66	3	1,000	124	124	129	2.51E+05	91.62%	1.077	0.08378
10	3.32	3	1,000	75	72	73	1.47E+05	95.11%	1.311	0.04889
30	9.95	3	1,000	28	22	24	4.93E+04	98.356%	1.784	0.01644
60	19.90	2	100	65	69	62	1.31E+04	99.5644%	2.361	0.00436



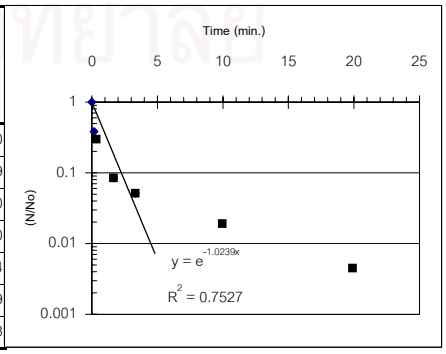
ชุดการทดลองที่ 407 Humic acid 5.0 mg/l + Tannic acid 5.0 mg/l + Lignin 3.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก			จำนวน	ประสิทธิภาพ		Survival
(นาที)	(นาที)	10^n		ที่นับได้ในplateที่			ไวรัส	ในการกำจัดโคลิฟาจ		ratio
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	12	18	14	2.93E+06	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	4	10,000	65	67	64	1.31E+06	55.45%	0.351	0.44545
1	0.33	4	10,000	40	39	42	8.07E+05	72.50%	0.561	0.27500
5	1.66	3	1,000	120	127	121	2.45E+05	91.64%	1.078	0.08364
10	3.32	3	1,000	75	72	76	1.49E+05	94.93%	1.295	0.05068
30	9.95	3	1,000	27	24	23	4.93E+04	98.318%	1.774	0.01682
60	19.90	2	100	67	62	67	1.31E+04	99.5545%	2.351	0.00445



ชุดการทดลองที่ 408 Humic acid 5.0 mg/l + Tannic acid 5.0 mg/l + Lignin 3.0 mg/l

ระยะเวลา		% เจือจาง		จำนวนพลัก			จำนวน	ประสิทธิภาพ		Survival
(นาที)	(นาที)	10^n		ที่นับได้ในplateที่			ไวรัส	ในการกำจัดโคลิฟาจ		ratio
T_{run}	T_{exp}	n=	1 :	1	2	3	เฉลี่ย(N)	(%)	ล็อก	(N/No)
0	0	5	100,000	17	16	11	2.93E+06	0%	0.000	1.00000
0.5	0.17	4	10,000	55	56	58	1.13E+06	61.59%	0.416	0.38409
1	0.33	4	10,000	42	41	49	8.80E+05	70.00%	0.523	0.30000
5	1.66	3	1,000	123	125	126	2.49E+05	91.50%	1.071	0.08500
10	3.32	3	1,000	77	74	74	1.50E+05	94.89%	1.291	0.05114
30	9.95	3	1,000	26	29	29	5.60E+04	98.091%	1.719	0.01909
60	19.90	2	100	69	67	61	1.31E+04	99.5523%	2.349	0.00448



ตารางการคำนวณหาสมการความสัมพันธ์

NO.	X1	X2	X3	X4	Y	Y'	Y-Y'	$(Y-Y')^2$	(Y-y)	$(Y-y)^2$
1	0.0	0.0	0.0	0.0	2.8239	2.3345	0.4895	0.2396	1.1020	1.2145
2	5.0	0.0	0.0	0.0	2.0923	2.2380	-0.1457	0.0212	0.3704	0.1372
3	10.0	0.0	0.0	0.0	1.9959	2.1415	-0.1455	0.0212	0.2740	0.0751
4	20.0	0.0	0.0	0.0	1.9635	1.9485	0.0150	0.0002	0.2416	0.0584
5	30.0	0.0	0.0	0.0	1.7160	1.7555	-0.0395	0.0016	-0.0059	0.0000
6	0.0	0.5	0.0	0.0	2.6365	2.2843	0.3522	0.1240	0.9146	0.8364
7	0.0	1.0	0.0	0.0	2.5267	2.2341	0.2927	0.0856	0.8048	0.6478
8	0.0	3.0	0.0	0.0	2.4624	2.0333	0.4291	0.1841	0.7405	0.5483
9	0.0	5.0	0.0	0.0	2.4011	1.8325	0.5686	0.3233	0.6792	0.4613
10	0.0	0.0	0.5	0.0	2.5391	2.2660	0.2731	0.0746	0.8172	0.6678
11	0.0	0.0	1.0	0.0	2.1743	2.1975	-0.0231	0.0005	0.4524	0.2047
12	0.0	0.0	3.0	0.0	2.1690	1.9235	0.2455	0.0603	0.4471	0.1999
13	0.0	0.0	5.0	0.0	1.8881	1.6495	0.2386	0.0569	0.1662	0.0276
14	0.0	0.0	0.0	0.5	2.3305	2.2543	0.0761	0.0058	0.6086	0.3704
15	0.0	0.0	0.0	1.0	2.3447	2.1742	0.1706	0.0291	0.6228	0.3879
16	0.0	0.0	0.0	3.0	2.1595	1.8536	0.3059	0.0936	0.4376	0.1915
17	5.0	0.5	0.0	0.0	2.0380	2.1878	-0.1497	0.0224	0.3161	0.0999
18	5.0	1.0	0.0	0.0	2.1208	2.1376	-0.0167	0.0003	0.3989	0.1591
19	5.0	3.0	0.0	0.0	1.6908	1.9368	-0.2460	0.0605	-0.0311	0.0010
20	5.0	5.0	0.0	0.0	1.5319	1.7360	-0.2041	0.0416	-0.1900	0.0361
21	10.0	0.5	0.0	0.0	1.8515	2.0913	-0.2397	0.0575	0.1296	0.0168
22	10.0	1.0	0.0	0.0	1.7515	2.0411	-0.2896	0.0839	0.0296	0.0009
23	10.0	3.0	0.0	0.0	1.6941	1.8403	-0.1461	0.0214	-0.0278	0.0008
24	10.0	5.0	0.0	0.0	1.5477	1.6395	-0.0918	0.0084	-0.1742	0.0303
25	20.0	0.5	0.0	0.0	1.8499	1.8983	-0.0484	0.0023	0.1280	0.0164
26	20.0	1.0	0.0	0.0	1.7300	1.8481	-0.1180	0.0139	0.0081	0.0001
27	20.0	3.0	0.0	0.0	1.6394	1.6473	-0.0079	0.0001	-0.0825	0.0068
28	20.0	5.0	0.0	0.0	1.5024	1.4465	0.0560	0.0031	-0.2195	0.0482
29	30.0	0.5	0.0	0.0	1.6655	1.7053	-0.0397	0.0016	-0.0564	0.0032
30	30.0	1.0	0.0	0.0	1.5385	1.6551	-0.1166	0.0136	-0.1834	0.0336
31	30.0	3.0	0.0	0.0	1.5796	1.4543	0.1253	0.0157	-0.1423	0.0203
32	30.0	5.0	0.0	0.0	1.4022	1.2535	0.1487	0.0221	-0.3197	0.1022
33	5.0	0.0	0.5	0.0	2.0503	2.1695	-0.1191	0.0142	0.3284	0.1079
34	5.0	0.0	1.0	0.0	1.9365	2.1010	-0.1644	0.0270	0.2146	0.0461
35	5.0	0.0	3.0	0.0	1.6957	1.8270	-0.1313	0.0172	-0.0262	0.0007
36	5.0	0.0	5.0	0.0	1.5757	1.5530	0.0228	0.0005	-0.1462	0.0214
37	10.0	0.0	0.5	0.0	1.8543	2.0730	-0.2187	0.0478	0.1324	0.0175
38	10.0	0.0	1.0	0.0	1.7623	2.0045	-0.2422	0.0587	0.0404	0.0016
39	10.0	0.0	3.0	0.0	1.5981	1.7305	-0.1324	0.0175	-0.1238	0.0153
40	10.0	0.0	5.0	0.0	1.5275	1.4565	0.0711	0.0050	-0.1944	0.0378
41	20.0	0.0	0.5	0.0	1.9685	1.8800	0.0885	0.0078	0.2466	0.0608
42	20.0	0.0	1.0	0.0	1.8929	1.8115	0.0814	0.0066	0.1710	0.0292
43	20.0	0.0	3.0	0.0	1.7507	1.5375	0.2133	0.0455	0.0288	0.0008
44	20.0	0.0	5.0	0.0	1.6412	1.2635	0.3777	0.1427	-0.0807	0.0065
45	30.0	0.0	0.5	0.0	1.5954	1.6870	-0.0916	0.0084	-0.1265	0.0160
46	30.0	0.0	1.0	0.0	1.5508	1.6185	-0.0677	0.0046	-0.1711	0.0293
47	30.0	0.0	3.0	0.0	1.4445	1.3445	0.1000	0.0100	-0.2774	0.0770

NO.	X1	X2	X3	X4	Y	Y'	Y-Y'	$(Y-Y')^2$	(Y-y)	$(Y-y)^2$
48	30.0	0.0	5.0	0.0	1.4425	1.0705	0.3720	0.1384	-0.2794	0.0781
49	5.0	0.0	0.0	0.5	1.9997	2.1578	-0.1581	0.0250	0.2778	0.0772
50	5.0	0.0	0.0	1.0	1.7690	2.0777	-0.3086	0.0953	0.0471	0.0022
51	5.0	0.0	0.0	3.0	1.7034	1.7571	-0.0536	0.0029	-0.0185	0.0003
52	10.0	0.0	0.0	0.5	1.9297	2.0613	-0.1316	0.0173	0.2078	0.0432
53	10.0	0.0	0.0	1.0	1.8001	1.9812	-0.1811	0.0328	0.0782	0.0061
54	10.0	0.0	0.0	3.0	1.6965	1.6606	0.0359	0.0013	-0.0254	0.0006
55	20.0	0.0	0.0	0.5	1.8122	1.8683	-0.0562	0.0032	0.0903	0.0081
56	20.0	0.0	0.0	1.0	1.7498	1.7882	-0.0383	0.0015	0.0279	0.0008
57	20.0	0.0	0.0	3.0	1.5253	1.4676	0.0577	0.0033	-0.1966	0.0387
58	30.0	0.0	0.0	0.5	1.6575	1.6753	-0.0179	0.0003	-0.0644	0.0042
59	30.0	0.0	0.0	1.0	1.4998	1.5952	-0.0954	0.0091	-0.2221	0.0493
60	30.0	0.0	0.0	3.0	1.3990	1.2746	0.1244	0.0155	-0.3229	0.1043
61	0.0	0.5	0.5	0.0	2.5783	2.2158	0.3625	0.1314	0.8564	0.7334
62	0.0	0.5	1.0	0.0	2.3261	2.1473	0.1789	0.0320	0.6042	0.3651
63	0.0	0.5	3.0	0.0	2.1733	1.8733	0.3001	0.0900	0.4514	0.2038
64	0.0	0.5	5.0	0.0	2.0140	1.5993	0.4147	0.1720	0.2921	0.0853
65	0.0	1.0	0.5	0.0	2.2646	2.1656	0.0990	0.0098	0.5427	0.2945
66	0.0	1.0	1.0	0.0	1.8936	2.0971	-0.2035	0.0414	0.1717	0.0295
67	0.0	1.0	3.0	0.0	1.5487	1.8231	-0.2744	0.0753	-0.1732	0.0300
68	0.0	1.0	5.0	0.0	1.4627	1.5491	-0.0864	0.0075	-0.2592	0.0672
69	0.0	3.0	0.5	0.0	1.9035	1.9648	-0.0612	0.0038	0.1816	0.0330
70	0.0	3.0	1.0	0.0	1.7341	1.8963	-0.1621	0.0263	0.0122	0.0001
71	0.0	3.0	3.0	0.0	1.6537	1.6223	0.0314	0.0010	-0.0682	0.0047
72	0.0	3.0	5.0	0.0	1.3233	1.3483	-0.0249	0.0006	-0.3986	0.1589
73	0.0	5.0	0.5	0.0	2.0500	1.7640	0.2860	0.0818	0.3281	0.1076
74	0.0	5.0	1.0	0.0	1.7624	1.6955	0.0669	0.0045	0.0405	0.0016
75	0.0	5.0	3.0	0.0	1.4842	1.4215	0.0627	0.0039	-0.2377	0.0565
76	0.0	5.0	5.0	0.0	1.3233	1.1475	0.1758	0.0309	-0.3986	0.1589
77	0.0	0.5	0.0	0.5	2.3445	2.2041	0.1404	0.0197	0.6226	0.3877
78	0.0	0.5	0.0	1.0	2.1808	2.1240	0.0568	0.0032	0.4589	0.2106
79	0.0	0.5	0.0	3.0	1.9336	1.8034	0.1302	0.0170	0.2117	0.0448
80	0.0	1.0	0.0	0.5	2.4429	2.1539	0.2889	0.0835	0.7210	0.5198
81	0.0	1.0	0.0	1.0	2.3274	2.0738	0.2536	0.0643	0.6055	0.3666
82	0.0	1.0	0.0	3.0	1.6495	1.7532	-0.1037	0.0107	-0.0724	0.0052
83	0.0	3.0	0.0	0.5	2.1223	1.9531	0.1692	0.0286	0.4004	0.1603
84	0.0	3.0	0.0	1.0	2.0230	1.8730	0.1500	0.0225	0.3011	0.0907
85	0.0	3.0	0.0	3.0	1.6474	1.5524	0.0951	0.0090	-0.0745	0.0055
86	0.0	5.0	0.0	0.5	1.8398	1.7523	0.0875	0.0077	0.1179	0.0139
87	0.0	5.0	0.0	1.0	1.5005	1.6722	-0.1717	0.0295	-0.2214	0.0490
88	0.0	5.0	0.0	3.0	1.4197	1.3516	0.0681	0.0046	-0.3022	0.0913
89	0.0	0.5	0.5	0.5	2.1948	2.1356	0.0592	0.0035	0.4729	0.2236
90	0.0	0.5	0.5	1.0	2.0470	2.0555	-0.0085	0.0001	0.3251	0.1057
91	0.0	0.5	0.5	3.0	1.9284	1.7349	0.1936	0.0375	0.2065	0.0427
92	0.0	1.0	0.5	0.5	2.2058	2.0854	0.1204	0.0145	0.4839	0.2342
93	0.0	1.0	0.5	1.0	1.5123	2.0053	-0.4930	0.2431	-0.2096	0.0439
94	0.0	1.0	0.5	3.0	1.5180	1.6847	-0.1667	0.0278	-0.2039	0.0416
95	0.0	3.0	0.5	0.5	1.6360	1.8846	-0.2487	0.0618	-0.0859	0.0074

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

NO.	X1	X2	X3	X4	Y	Y'	Y-Y'	$(Y-Y')^2$	(Y-y)	$(Y-y)^2$
96	0.0	3.0	0.5	1.0	1.5706	1.8045	-0.2339	0.0547	-0.1513	0.0229
97	0.0	3.0	0.5	3.0	1.4691	1.4839	-0.0148	0.0002	-0.2528	0.0639
98	0.0	5.0	0.5	0.5	1.5490	1.6838	-0.1348	0.0182	-0.1729	0.0299
99	0.0	5.0	0.5	1.0	1.5400	1.6037	-0.0637	0.0041	-0.1819	0.0331
100	0.0	5.0	0.5	3.0	1.4000	1.2831	0.1169	0.0137	-0.3219	0.1036
101	0.0	0.5	1.0	0.5	2.2161	2.0671	0.1490	0.0222	0.4942	0.2442
102	0.0	0.5	1.0	1.0	2.1780	1.9870	0.1910	0.0365	0.4561	0.2080
103	0.0	0.5	1.0	3.0	1.6092	1.6664	-0.0572	0.0033	-0.1127	0.0127
104	0.0	1.0	1.0	0.5	1.8052	2.0169	-0.2117	0.0448	0.0833	0.0069
105	0.0	1.0	1.0	1.0	1.7016	1.9368	-0.2352	0.0553	-0.0203	0.0004
106	0.0	1.0	1.0	3.0	1.5852	1.6162	-0.0310	0.0010	-0.1367	0.0187
107	0.0	3.0	1.0	0.5	1.5667	1.8161	-0.2494	0.0622	-0.1552	0.0241
108	0.0	3.0	1.0	1.0	1.4711	1.7360	-0.2649	0.0702	-0.2508	0.0629
109	0.0	3.0	1.0	3.0	1.3149	1.4154	-0.1005	0.0101	-0.4070	0.1657
110	0.0	5.0	1.0	0.5	1.5234	1.6153	-0.0920	0.0085	-0.1985	0.0394
111	0.0	5.0	1.0	1.0	1.4526	1.5352	-0.0826	0.0068	-0.2693	0.0725
112	0.0	5.0	1.0	3.0	1.2787	1.2146	0.0641	0.0041	-0.4432	0.1964
113	0.0	0.5	3.0	0.5	1.9014	1.7931	0.1082	0.0117	0.1795	0.0322
114	0.0	0.5	3.0	1.0	1.8380	1.7130	0.1250	0.0156	0.1161	0.0135
115	0.0	0.5	3.0	3.0	1.6807	1.3924	0.2884	0.0831	-0.0412	0.0017
116	0.0	1.0	3.0	0.5	1.3716	1.7429	-0.3713	0.1379	-0.3503	0.1227
117	0.0	1.0	3.0	1.0	1.2942	1.6628	-0.3686	0.1358	-0.4277	0.1829
118	0.0	1.0	3.0	3.0	1.2246	1.3422	-0.1176	0.0138	-0.4973	0.2473
119	0.0	3.0	3.0	0.5	1.3375	1.5421	-0.2047	0.0419	-0.3844	0.1478
120	0.0	3.0	3.0	1.0	1.1900	1.4620	-0.2720	0.0740	-0.5319	0.2830
121	0.0	3.0	3.0	3.0	1.0729	1.1414	-0.0685	0.0047	-0.6490	0.4212
122	0.0	5.0	3.0	0.5	1.3318	1.3413	-0.0095	0.0001	-0.3901	0.1522
123	0.0	5.0	3.0	1.0	1.1100	1.2612	-0.1512	0.0229	-0.6119	0.3744
124	0.0	5.0	3.0	3.0	1.0400	0.9406	0.0994	0.0099	-0.6819	0.4650
125	0.0	0.5	5.0	0.5	1.1886	1.5191	-0.3305	0.1092	-0.5333	0.2844
126	0.0	0.5	5.0	1.0	1.1770	1.4390	-0.2620	0.0686	-0.5449	0.2969
127	0.0	0.5	5.0	3.0	1.0445	1.1184	-0.0739	0.0055	-0.6774	0.4589
128	0.0	1.0	5.0	0.5	1.1530	1.4689	-0.3159	0.0998	-0.5689	0.3236
129	0.0	1.0	5.0	1.0	1.1657	1.3888	-0.2230	0.0497	-0.5562	0.3093
130	0.0	1.0	5.0	3.0	1.0429	1.0682	-0.0253	0.0006	-0.6790	0.4611
131	0.0	3.0	5.0	0.5	1.2521	1.2681	-0.0160	0.0003	-0.4698	0.2207
132	0.0	3.0	5.0	1.0	1.0971	1.1880	-0.0908	0.0083	-0.6248	0.3903
133	0.0	3.0	5.0	3.0	1.0382	0.8674	0.1709	0.0292	-0.6837	0.4674
134	0.0	5.0	5.0	0.5	1.2006	1.0673	0.1333	0.0178	-0.5213	0.2717
135	0.0	5.0	5.0	1.0	1.0527	0.9872	0.0655	0.0043	-0.6692	0.4478
136	0.0	5.0	5.0	3.0	0.9864	0.6666	0.3198	0.1023	-0.7355	0.5410
SUM					234.1786	234.1786	0.0000	5.3130	0.0000	20.6825
Average				y=	1.7					

Standard Errors =	0.201388
Coefficient of Multiple Determination, R^2 =	0.743117

$Y' = e - a X1 - b X2 - c X3 - d X4$

a= 0.0193 b= 0.1004 c= 0.1370

d= 0.1603 e= 2.334478

ประวัติผู้เขียน

นายรัฐพนธ์ ทาทอง เกิดวันที่ 2 กรกฎาคม พ.ศ. 2512 ที่จังหวัดสกลนคร สำเร็จการศึกษาปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2534 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อ พ.ศ.2540

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย