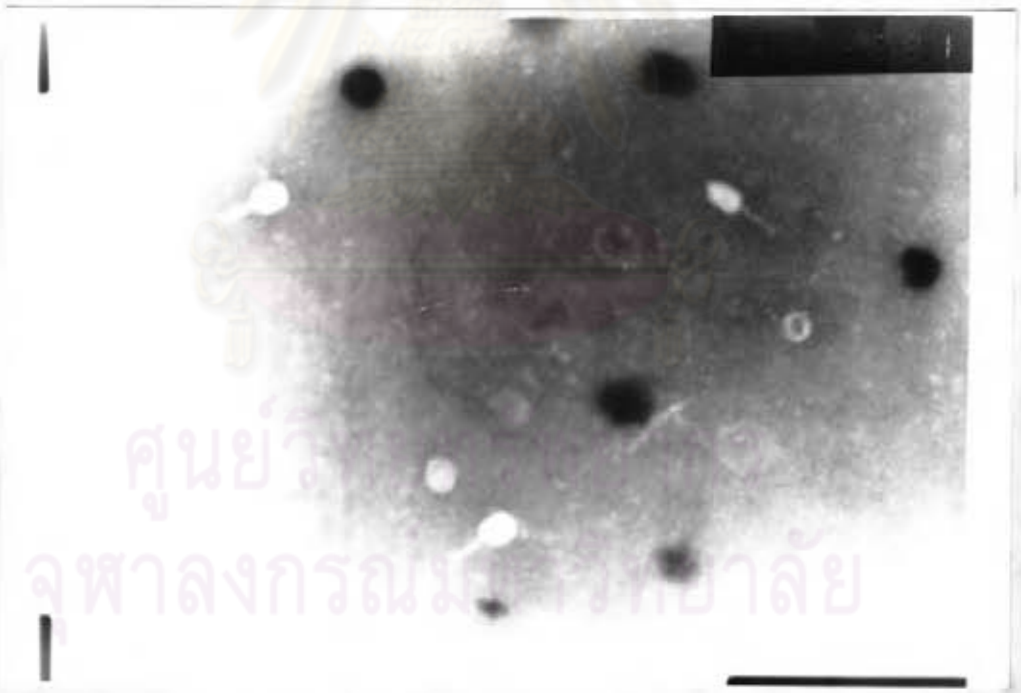
บทที่ 4

ผลการทดลองและการวิจารณ์

<u>ลักษณะของโคลิฟาจที่ใช้ในการวิจัย</u>

ทำการเพาะหาเชื้อโคลิฟาจ ซึ่งจะนำมาใช้ในการวิจัยโดยให้เป็นตัวแทนของไวรัสที่ปนเปื้อนมาจากสิ่งขับถ่ายของคนและสัตว์ โดยเก็บตัวอย่างน้ำเสียจากท่อระบายน้ำชุมชนหมู่บ้านสวัสดิการเพื่อข้าราชการ กทม. อำเภอ ปากเกร็ด จังหวัด นนทบุรี ซึ่งลักษณะของโคลิฟาจที่ตรวจพบแสดงไว้ดังรูปที่ 4.1 และรูปที่ 4.2

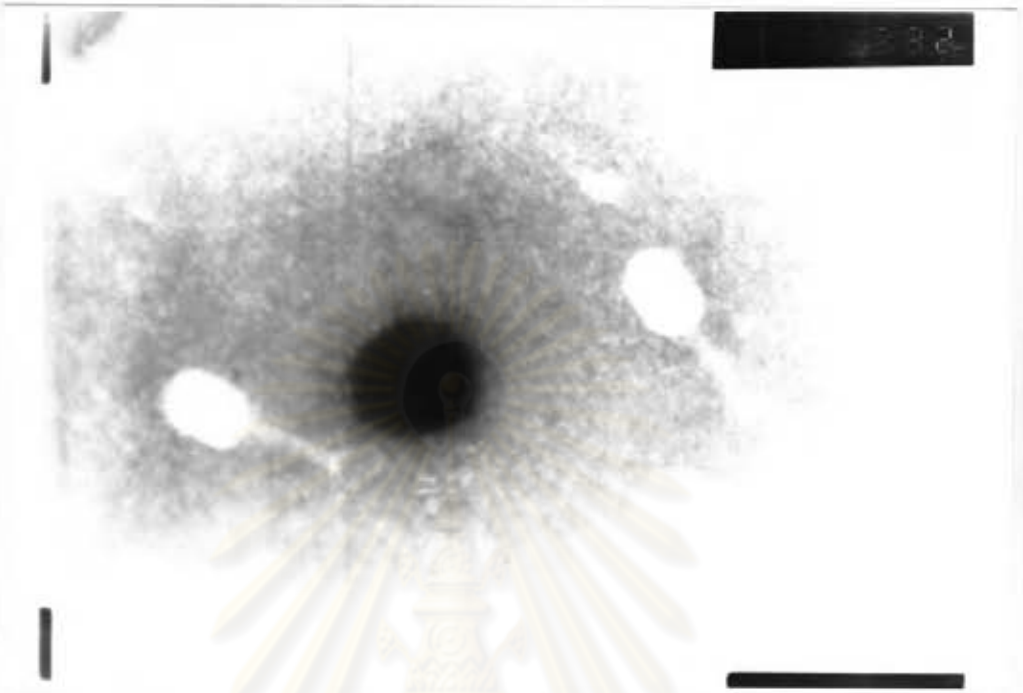


1 ไมครอน

รูปที่ 4.1 ลักษณะของโคลิฟาจที่มองเห็นจากกล้องจุลทรรศน์อิเลคตรอน กำลังขยาย 37,500 เท่า โดยใช้วิธี Negative straining

ถ่ายที่ : ศูนย์เครื่องมือวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



0.1 ไมครอน

รูปที่ 4.2 ลักษณะของโคลิฟาจที่มองเห็นจากกล้องจุลทรรศน์อิเลคตรอน กำลังขยาย 91,250 เท่า โดยใช้วิธี Negative straining
ถ่ายที่ : ศูนย์เครื่องมือวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากรูปร่างลักษณะของโคลิฟาจที่ได้เป็นรูป Icosahedral ด้านไม่เท่า มีหาง และมีขนาดส่วนหัวประมาณ 55 x 88 นาโนเมตร ส่วนหาง 22 x 143 นาโนเมตร เมื่อนำไปเปรียบเทียบกับโคลิฟาจที่ได้มีการศึกษาผ่านมาดังรูปที่ 2.5 และตารางที่ 2.2 พอจะคาดว่าโคลิฟาจที่ได้ควรจะเป็นชนิด T-even (T2 T4 T6)

วิเคราะห์การหาปริมาณโคลิฟาจในตัวอย่างน้ำที่มีความเข้มข้นของโคลิฟาจสูง

เพื่อดูว่าสารที่จะนำมาใช้เป็นสารชะล้างในการทดลองชุดที่ 2 จะมีผลทำให้โคลิฟาจมีการกระจายตัวจากการเกาะรวมกันเป็นกลุ่มหรือไม่ ผลการทดลองได้แสดงไว้ดังตารางที่ 4.1 ถึงตารางที่ 4.3 ซึ่งพบว่าสารชะล้างไม่มีผลในการทำให้การกระจายตัวของโคลิฟาจเพิ่มขึ้นไม่ว่าจะใช้ปริมาณสารชะล้างในอัตราส่วนเท่าใด ดังรูปที่ 4.3 ถึงรูปที่ 4.5 ดังนั้นการทดลองในชุดต่อไปจึงไม่มีการเติมสารชะล้างลงในสารที่ใช้ในการเจือจาง ซึ่งการวิจัยครั้งนี้ใช้ทริปติเคสซอยบรอธในการเจือจางตัวอย่างน้ำ

วิเคราะห์การหาปริมาณโคลิฟาจในตัวอย่างน้ำที่มีความเข้มข้นของโคลิฟาจต่ำ

1. การเพิ่มประสิทธิภาพการดูดติดของโคลิฟาจบนแผ่นเยื่อกรอง

จากข้อมูลซึ่งแสดงไว้ในภาคผนวก ก สามารถคำนวณหาค่าประสิทธิภาพการดูดติดของโคลิฟาจบนแผ่นเยื่อกรองได้ผลการคำนวณแสดงไว้ดังตารางที่ 4.4 พบว่าเมื่อนำตัวอย่างน้ำไปกรองผ่านแผ่นเยื่อกรอง โดยไม่มีการเพิ่มประสิทธิภาพการดูดติดของโคลิฟาจบนแผ่นเยื่อกรองเพื่อศึกษาความสามารถของแผ่นเยื่อกรองในการดูดติดโคลิฟาจ ซึ่งพบว่าโคลิฟาจถูกดูดติดบนแผ่นเยื่อกรองเฉลี่ย 5.28 %

ประสิทธิภาพการดูดติดของโคลิฟาจบนผิวแผ่นเยื่อกรองเมื่อมีการเติมแมกนีเซียมคลอไรด์ 0.1 นอร์มัล ลงในตัวอย่างน้ำก่อนนำไปกรอง ซึ่งพบว่าประสิทธิภาพการดูดติดโคลิฟาจบนผิวแผ่นเยื่อกรองเพิ่มขึ้นจนมีค่าเฉลี่ย 47.31 %

ประสิทธิภาพการดูดติดของโคลิฟาจบนผิวแผ่นเยื่อกรอง เมื่อมีการเติมอลูมินัมคลอไรด์ 0.0002 โมล ลงในตัวอย่างน้ำก่อนนำไปกรอง ซึ่งพบว่าประสิทธิภาพการดูดติดโคลิฟาจบนผิวแผ่นเยื่อกรองเพิ่มขึ้นเป็นเฉลี่ย 89.27 %

ตารางที่ 4.1 แสดงจำนวนโคลิฟาจที่ได้จากการเติมสารชะล้างชนิดต่างๆ ในทริปติเคสซอยบรอธที่ใช้ในการเจือจางในอัตราส่วน 1 ต่อ 20

สารชะล้าง	จำนวนโคลิฟาจ (พีเอฟยู/มิลลิลิตร)		
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
ไม่มีการเติมสารชะล้าง	1.60×10^{10}	1.13×10^{11}	2.63×10^{11}
ไกลซีน 0.05 โมล-โซเดียมไฮดรอกไซด์ พีเอช 10.5	1.34×10^{10}	1.49×10^{11}	2.35×10^{11}
บีฟเอกซ์แทรกท์ 3% พีเอช 9	1.78×10^{10}	1.27×10^{11}	2.88×10^{11}
บีฟเอกซ์แทรกท์ 3%+โซเดียมคลอไรด์ 1 โมล พีเอช 9	1.48×10^{10}	1.71×10^{11}	2.48×10^{11}
บีฟเอกซ์แทรกท์ 8% พีเอช 9	1.65×10^{10}	1.22×10^{11}	2.67×10^{11}
บีฟเอกซ์แทรกท์ 8%+โซเดียมคลอไรด์ 1 โมล พีเอช 9	1.49×10^{10}	1.61×10^{11}	2.63×10^{11}

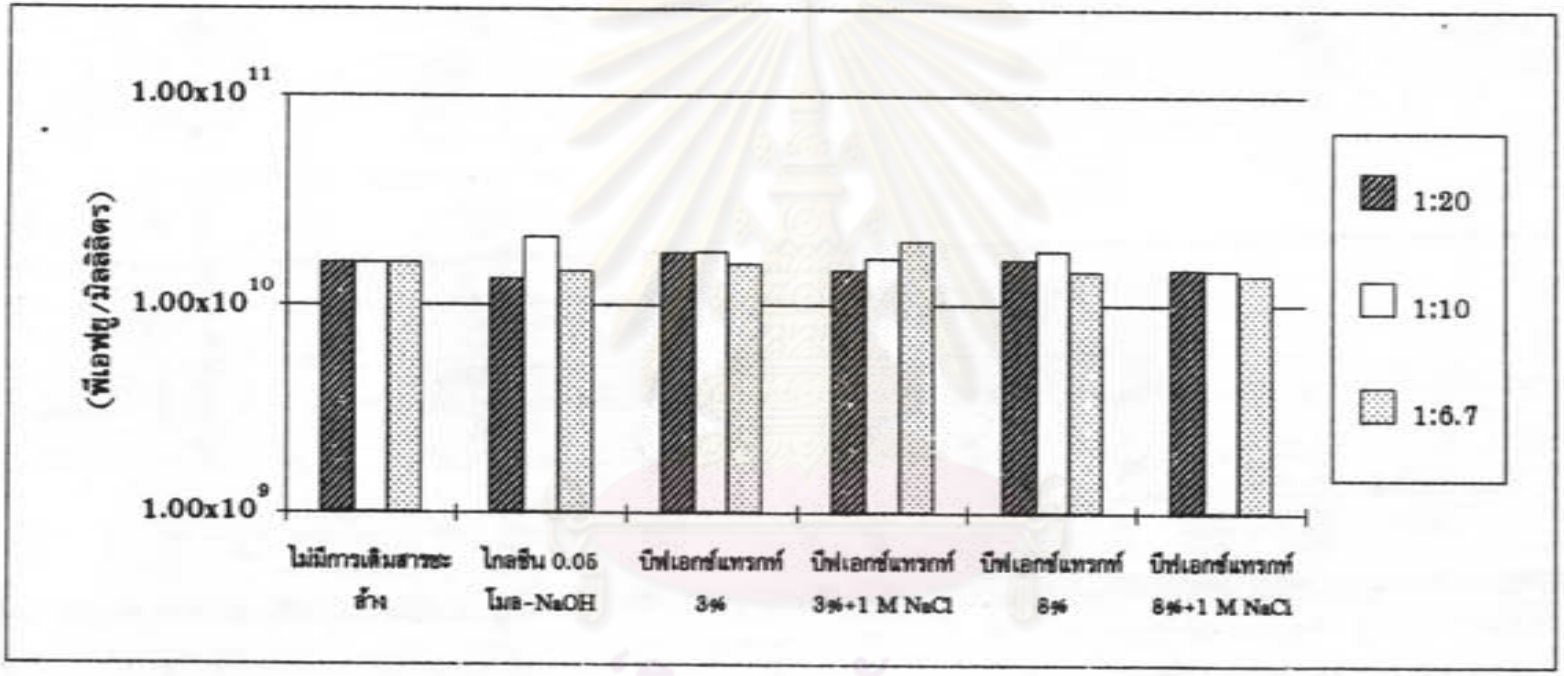
ตารางที่ 4.2 แสดงจำนวนโคลิฟาจที่ได้จากการเติมสารชะล้างชนิดต่างๆ ในทริปติเคสซอยบรอธที่ใช้ในการเจือจางในอัตราส่วน 1 ต่อ 10

สารชะล้าง	จำนวนโคลิฟาจ (พีเอฟยู/มิลลิลิตร)		
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
ไม่มีการเติมสารชะล้าง	1.60×10^{10}	1.13×10^{11}	2.63×10^{11}
ไกลซีน 0.05 โมล-โซเดียมไฮดรอกไซด์ พีเอช 10.5	2.12×10^{10}	1.47×10^{11}	2.30×10^{11}
บีฟเอกซ์แทรกท์ 3% พีเอช 9	1.79×10^{10}	1.42×10^{11}	2.37×10^{11}
บีฟเอกซ์แทรกท์ 3%+โซเดียมคลอไรด์ 1 โมล พีเอช 9	1.67×10^{10}	1.04×10^{11}	1.75×10^{11}
บีฟเอกซ์แทรกท์ 8% พีเอช 9	1.82×10^{10}	1.67×10^{11}	2.60×10^{11}
บีฟเอกซ์แทรกท์ 8%+โซเดียมคลอไรด์ 1 โมล พีเอช 9	1.47×10^{10}	1.98×10^{11}	2.65×10^{11}

ตารางที่ 4.3 แสดงจำนวนโคลิฟาจที่ได้จากการเติมสารชะล้างชนิดต่างๆ ในทริปติเคสซอยบรอธที่ใช้ในการเจือจางในอัตราส่วน 1 ต่อ 6.7

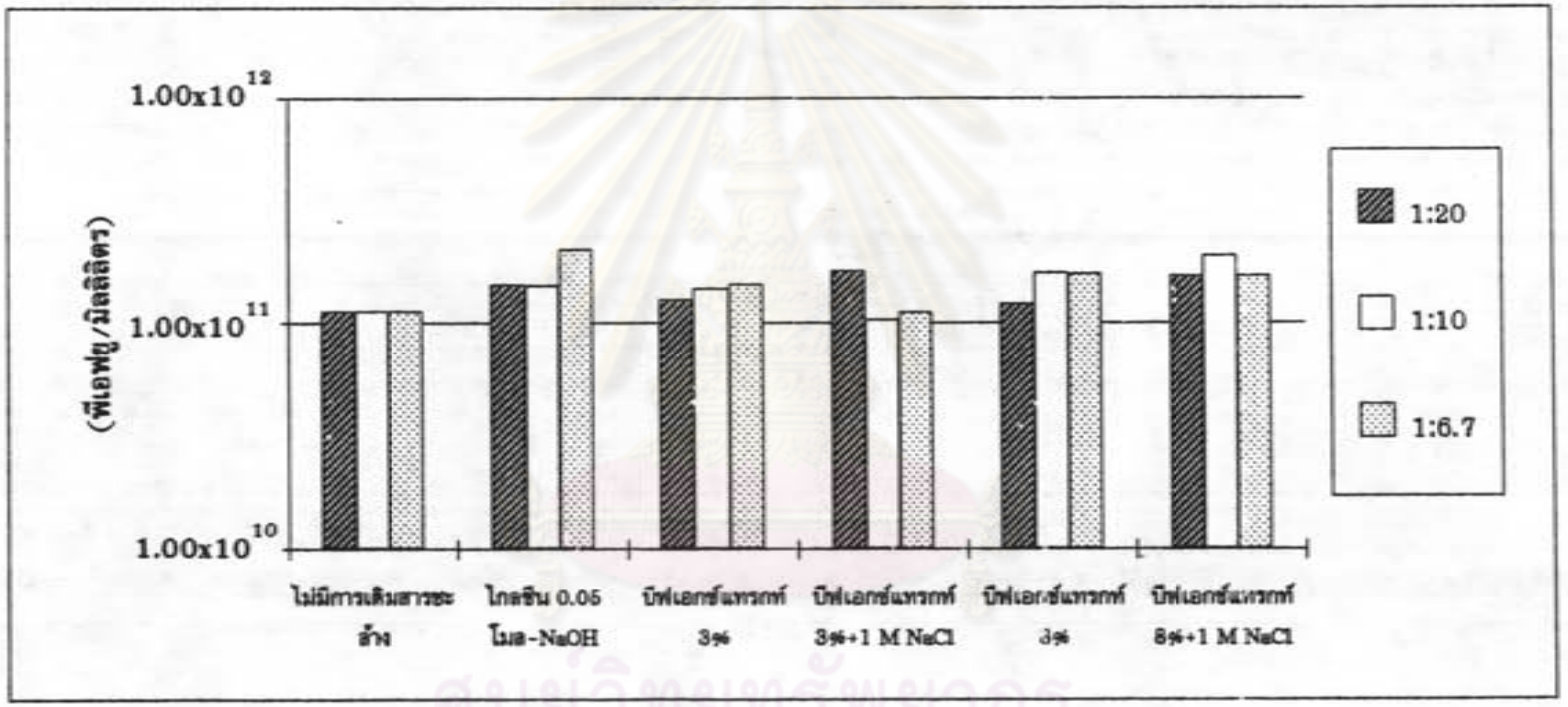
สารชะล้าง	จำนวนโคลิฟาจ (พีเอฟยู/มิลลิลิตร)		
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
ไม่มีการเติมสารชะล้าง	1.60×10^{10}	1.13×10^{11}	2.63×10^{11}
ไกลซีน 0.05 โมล-โซเดียมไฮดรอกไซด์ พีเอช 10.5	1.45×10^{10}	2.12×10^{11}	2.39×10^{11}
บีฟเอกซ์แทรกท์ 3% พีเอช 9	1.58×10^{10}	1.49×10^{11}	2.50×10^{11}
บีฟเอกซ์แทรกท์ 3%+โซเดียมคลอไรด์ 1 โมล พีเอช 9	2.03×10^{10}	1.12×10^{11}	3.02×10^{11}
บีฟเอกซ์แทรกท์ 8% พีเอช 9	1.46×10^{10}	1.65×10^{11}	2.20×10^{11}
บีฟเอกซ์แทรกท์ 8%+โซเดียมคลอไรด์ 1 โมล พีเอช 9	1.39×10^{10}	1.62×10^{11}	2.99×10^{11}

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



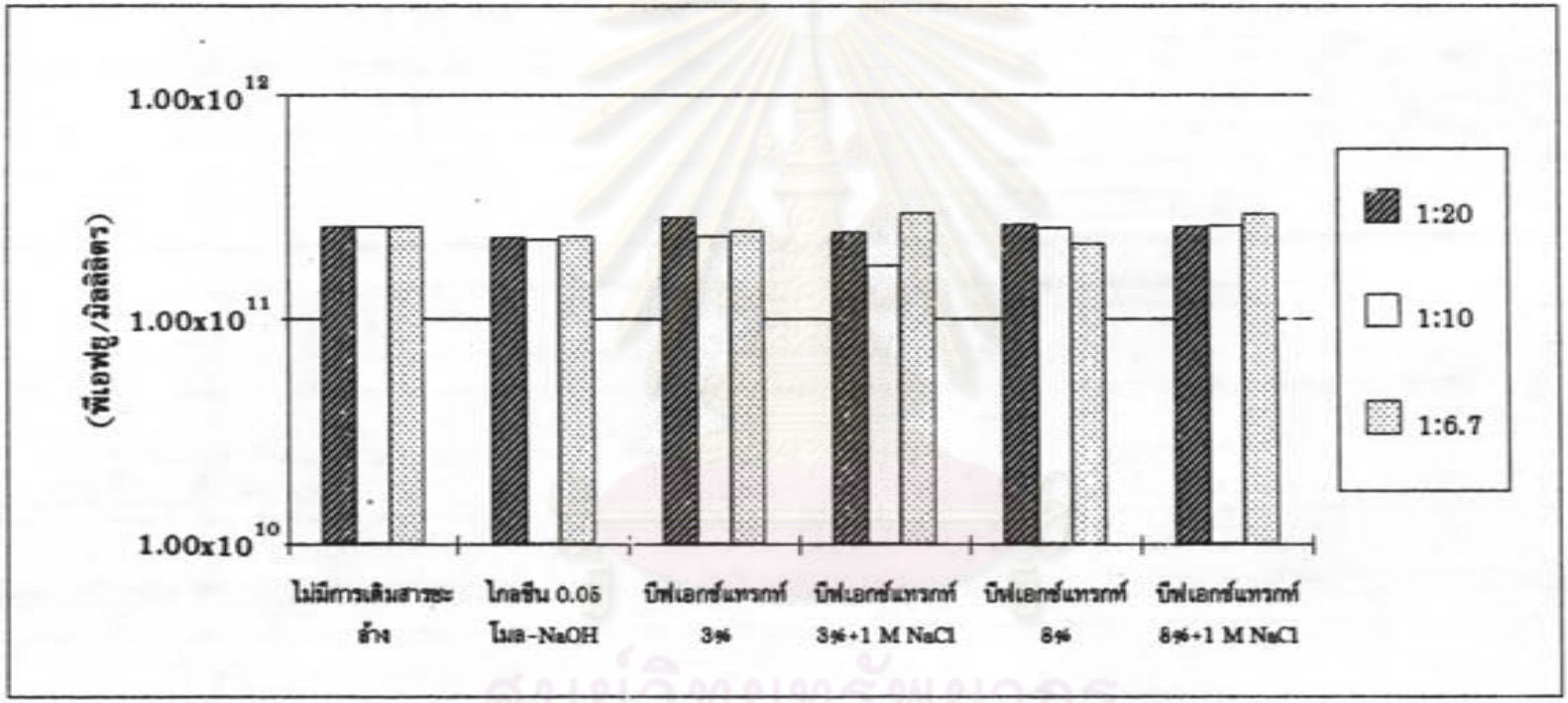
รูปที่ 4.3 ปริมาณโคลิฟาจที่ได้จากการเติมสารชะล้างชนิดต่างๆ ในอัตราส่วน 1:20 1:10 1:6.7 จากการทดลองครั้งที่ 1

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.4 ปริมาณโคลิฟาจที่ได้จากการเติมสารชะล้างชนิดต่างๆ ในอัตราส่วน 1:20 1:10 1:6.7 จากการทดลองครั้งที่ 2

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.5 ปริมาณโคลิฟาจที่ได้จากการเติมสารชะล้างชนิดต่างๆ ในอัตราส่วน 1:20 1:10 1:6.7 จากการทดลองครั้งที่ 3

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.4 ผลของวิธีการต่างๆ ในการเพิ่มประสิทธิภาพการดูดติดของโคลิฟาจบนแผ่นเยื่อกรอง

วิธีการ	ประสิทธิภาพการดูดติด %
ไม่มีการเพิ่มประสิทธิภาพการดูดติด	5.28
เติมแมกนีเซียมคลอไรด์ในตัวอย่างน้ำ	47.31
เติมอลูมินัมคลอไรด์ในตัวอย่างน้ำ	89.27
เคลือบแผ่นเยื่อกรองด้วยโพลีเฮกซีลีนอิมีน	98.19

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประสิทธิภาพการดูดติดของโคลิฟาจบนผิวแผ่นเยื่อกรองที่มีการเคลือบผิวด้วยโพลีเอทิลีนอิมีนก่อนนำมากรอง สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการดูดติดโคลิฟาจบนผิวแผ่นเยื่อกรองได้ดี โดยมีค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพการดูดติดเท่ากับ 98.19 %

การเคลือบแผ่นเยื่อกรองด้วยโพลีเอทิลีนอิมีนสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการดูดติดได้ดีที่สุดอาจเนื่องจากโพลีเอทิลีนอิมีนเป็นโพลีเมอร์ที่มีประจุบวก เมื่อนำมาเคลือบแผ่นเยื่อกรองที่ทำจากเซลลูโลสไนเตรตซึ่งมีประจุลบ โพลีเมอร์จะเกาะติดเนื่องจากมีประจุที่ต่างกัน และจะมีปลายอิสระที่จะจับโคลิฟาจซึ่งมีประจุลบที่ถูกกรองผ่าน ทำให้โคลิฟาจถูกดูดติดบนแผ่นเยื่อกรองโดยมีโพลีเอทิลีนอิมีนทำหน้าที่เป็นสะพานเชื่อม

ส่วนการเติมแมกนีเซียมคลอไรด์ หรืออลูมินัมคลอไรด์ลงในตัวอย่างน้ำที่ปรับพีเอชเท่ากับ 5 ก่อนนำมากรองผ่านแผ่นเยื่อกรอง สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการดูดติดได้ซึ่งกระบวนการที่เกิดอาจเป็นได้หลายปัจจัย คือ อิออนประจุบวกอาจทำหน้าที่เป็นสะพานเชื่อมระหว่างโคลิฟาจ และแผ่นเยื่อกรองซึ่งมีประจุลบทั้งคู่ (Filter-cation-virus complex) หรืออิออนประจุบวกที่เติมลงในตัวอย่างน้ำอาจจะถูกดูดติดบนผิวแผ่นเยื่อกรอง แล้วเปลี่ยนประจุของแผ่นเยื่อกรองให้มีประจุบวกจึงสามารถดูดติดโคลิฟาจได้ หรืออิออนประจุบวกที่เติมลงในตัวอย่างน้ำมีผลทำให้ค่าซีตาโพเทนเชียลลดลง ซึ่งมีผลมาจากความหนาของชั้นกระจายลดลง ทำให้โคลิฟาจมีโอกาสมารวมตัวกันมีขนาดใหญ่ขึ้นจึงถูกดูดติดค้างอยู่บนแผ่นเยื่อกรอง แต่เนื่องจากอิออนต่างๆ มีอำนาจในการลดความหนาของชั้นกระจายไม่เท่ากัน โดยอิออนที่มีวาเลนซ์ 1 และ 2 และ 3 จะมีอำนาจเป็นสัดส่วน 1:10:1,000 ตามลำดับ จากการวิจัยจึงพบว่าอลูมินัมคลอไรด์สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการดูดติดได้ดีกว่าแมกนีเซียมคลอไรด์

ดังนั้นจึงเลือกวิธีการเพิ่มประสิทธิภาพการดูดติดโคลิฟาจบนแผ่นเยื่อกรองโดยการเติมอลูมินัมคลอไรด์ลงในตัวอย่างน้ำ และการเคลือบแผ่นเยื่อกรองด้วยโพลีเอทิลีนอิมีนในการวิจัยหาประสิทธิภาพการชะล้างโคลิฟาจออกจากแผ่นเยื่อกรอง

2. การชะโคลิฟาจที่ถูกดูดติดบนแผ่นเยื่อกรองให้หลุดออก

2.1 ตัวอย่างน้ำที่มีการเติมอลูมินัมคลอไรด์

การทดลองใช้สารชะล้างต่างๆ ดังที่ได้กล่าวไปแล้ว ในการชะโคลิฟาจออกจากแผ่นเยื่อกรองซึ่งใช้กรองตัวอย่างน้ำที่มีการเติมอลูมินัมคลอไรด์ วิธีที่ใช้ในการชะโคลิฟาจออกใช้การกรองสารชะล้างผ่านแผ่นเยื่อกรองที่บรรจุอยู่ในชุดเยื่อกรอง ผลการทดลองที่ได้แสดงในตารางที่ 4.5 ซึ่งจะเห็นได้ว่าประสิทธิภาพในการชะล้างโคลิฟาจจากแผ่นเยื่อกรองต่ำมาก จึงได้เปลี่ยนวิธีในการชะโคลิฟาจออกจากแผ่นเยื่อกรองใหม่ โดยนำแผ่นเยื่อกรองมาแช่ในบีกเกอร์ที่บรรจุสารชะล้างและใช้แท่งแม่เหล็กกวนตลอดเวลานาน 15 นาที แล้วจึงนำสารชะล้างที่ได้ไปทำการตรวจหาปริมาณโคลิฟาจ

ผลการชะโคลิฟาจออกจากแผ่นเยื่อกรองโดยไม่มีการล้างแผ่นเยื่อกรองด้วยโซเดียมคลอไรด์ก่อนชะล้างแสดงดังตารางที่ 4.6 ประสิทธิภาพในการชะล้างของสารชะล้างต่างๆ คือ จะอยู่ในช่วง 5.83 % - 17.93 %

ผลการชะโคลิฟาจออกจากแผ่นเยื่อกรองโดยมีการล้างแผ่นเยื่อกรองด้วยโซเดียมคลอไรด์ก่อนชะล้างแสดงดังตารางที่ 4.7 ประสิทธิภาพการชะโคลิฟาจออกจากแผ่นเยื่อกรองของสารชะล้างต่างๆ คือ จะมีค่าอยู่ในช่วง 4.36% - 16.98%

และเมื่อนำค่าประสิทธิภาพการชะล้างโคลิฟาจจากตัวอย่างน้ำที่มีการเติมอลูมินัมคลอไรด์ทั้งแบบที่มีการล้างแผ่นเยื่อกรองด้วยโซเดียมคลอไรด์ และแบบที่ไม่มีการล้าง มาเปรียบเทียบกันดังรูปที่ 4.6 และ 4.7 จะพบว่า Al^{+3} ซึ่งเป็นสารแอมโฟเทอริกจะมีประจุเป็นลบอยู่ในรูปของ $Al(OH)_4^-$ เมื่อพีเอชสูงขึ้น ไม่มีผลในการทำให้เกิดการแตกตัวของ Filter-cation-virus complex เพราะประสิทธิภาพในการชะล้างไม่เพิ่มขึ้นเมื่อไม่มีการล้างแผ่นเยื่อกรองด้วยโซเดียมคลอไรด์ เพื่อกำจัดอลูมินัมคลอไรด์ออกก่อนจะนำมาชะล้างในสารชะล้างที่มีพีเอชเป็นด่าง และจะเห็นได้ว่าประสิทธิภาพในการชะล้างโคลิฟาจของทั้ง 2 กรณีค่อนข้างต่ำ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากขณะที่ตัวอย่างน้ำกรองผ่านแผ่นเยื่อกรองรูพรุนในแผ่นเยื่อกรองจะ

ตารางที่ 4.5 แสดงผลการชะล้างโคลิฟาจจากแผ่นเยื่อกรองของตัวอย่างน้ำที่มีการเติมอลูมินัมคลอไรด์ไม่มีการล้างแผ่นเยื่อกรองด้วยโซเดียมคลอไรด์ และชะโคลิฟาจออกจากแผ่นเยื่อกรองโดยใช้สารชะล้างกรองผ่านแผ่นเยื่อกรอง

สารชะล้างที่ใช้	จำนวนโคลิฟาจ (พีเอฟยู/มิลลิลิตร) ที่ถูกดูดติด (1)	น้ำชะล้าง (2)	%การชะล้าง (3)	ค่าเฉลี่ย
ไกลซีน 0.05 โมล-โซเดียมไฮดรอกไซด์ พีเอช 10.5	1.16×10^9	4.10×10^2	0.00%	0.00%
	1.17×10^9	3.60×10^2	0.00%	
	3.50×10^7	3.55×10^2	0.00%	
บีฟเอกซ์แทรกท์ 1.5%+ โซเดียมคลอไรด์ 0.5 โมล พีเอช 9.0	4.88×10^7	2.07×10^6	4.24%	4.35%
	4.68×10^7	2.09×10^6	4.46%	
บีฟเอกซ์แทรกท์ 3% พีเอช 9.0	4.16×10^7	2.45×10^6	5.89%	5.06%
	3.64×10^7	1.54×10^6	4.23%	

หมายเหตุ : (1) = ความเข้มข้นโคลิฟาจในตัวอย่างน้ำ - ความเข้มข้นโคลิฟาจในน้ำที่ผ่านการกรอง

(2) = ความเข้มข้นโคลิฟาจจากสารชะล้าง x 7.5 / 1,000

(3) = [(2)/(1)] x 100

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.6 แสดงผลการดูดติดโคลิฟาจจากแผ่นเยื่อกรองของตัวอย่างน้ำที่มีการเติมอลูมินัมคลอไรด์ความเข้มข้น 0.0002 โมล แล้วปรับ pH = 5.0 ไม่มีการล้างแผ่นเยื่อกรองก่อนชะล้าง.

ลำดับที่	สารชะล้างที่ใช้	จำนวนโคลิฟาจ (พีเอฟยู/มิลลิลิตร) ที่ถูกดูดติด (1)	น้ำชะล้าง (2)	%การชะล้าง (3)	ค่าเฉลี่ย
1	ไกลซีน 0.05 โมล-โซเดียมไฮดรอกไซด์ พีเอช 10.5	$6.71x10^7$	$5.55x10^6$	8.27%	7.94%
		$4.02x10^7$	$4.05x10^6$	10.06%	
		$6.94x10^7$	$3.80x10^6$	5.47%	
2	บีฟเอกซ์แทรกท์1.5%+ โซเดียมคลอไรด์ 0.5 โมล พีเอช 9.0	$5.01x10^7$	$3.10x10^6$	6.18%	5.83%
		$4.60x10^7$	$4.10x10^6$	8.91%	
		$2.85x10^8$	$6.85x10^6$	2.41%	
3	บีฟเอกซ์แทรกท์ 3% พีเอช 9.0	$9.89x10^7$	$1.05x10^7$	10.62%	14.18%
		$3.63x10^7$	$1.10x10^7$	30.30%	
		$1.17x10^9$	$1.90x10^7$	1.62%	
4	บีฟเอกซ์แทรกท์ 3%+ โซเดียมคลอไรด์ 1 โมล พีเอช 9.0	$1.38x10^8$	$1.18x10^7$	8.54%	9.23%
		$1.02x10^8$	$1.07x10^7$	10.53%	
		$1.46x10^8$	$1.26x10^7$	8.61%	
5	บีฟเอกซ์แทรกท์ 4%+ โซเดียมคลอไรด์ 0.5 โมล พีเอช 9.0	$2.20x10^8$	$5.90x10^6$	2.69%	7.36%
		$1.81x10^8$	$1.09x10^7$	6.02%	
		$3.89x10^7$	$5.20x10^6$	13.38%	
6	บีฟเอกซ์แทรกท์ 8 % พีเอช 9.0	$8.96x10^7$	$1.11x10^7$	12.39%	15.64%
		$4.88x10^7$	$6.55x10^6$	13.42%	
		$4.05x10^7$	$8.55x10^6$	21.11%	
7	บีฟเอกซ์แทรกท์ 8%+ โซเดียมคลอไรด์ 1 โมล พีเอช 9.0	$1.66x10^7$	$3.10x10^6$	18.71%	17.93%
		$2.17x10^7$	$4.15x10^6$	19.13%	
		$1.44x10^7$	$2.30x10^6$	15.94%	

หมายเหตุ : (1) = ความเข้มข้นโคลิฟาจในตัวอย่างน้ำ - ความเข้มข้นโคลิฟาจในน้ำที่ผ่านการกรอง

(2) = ความเข้มข้นโคลิฟาจจากสารชะล้าง x 7.5*/ 1,000

(3) = [(2)/(1)] x 100

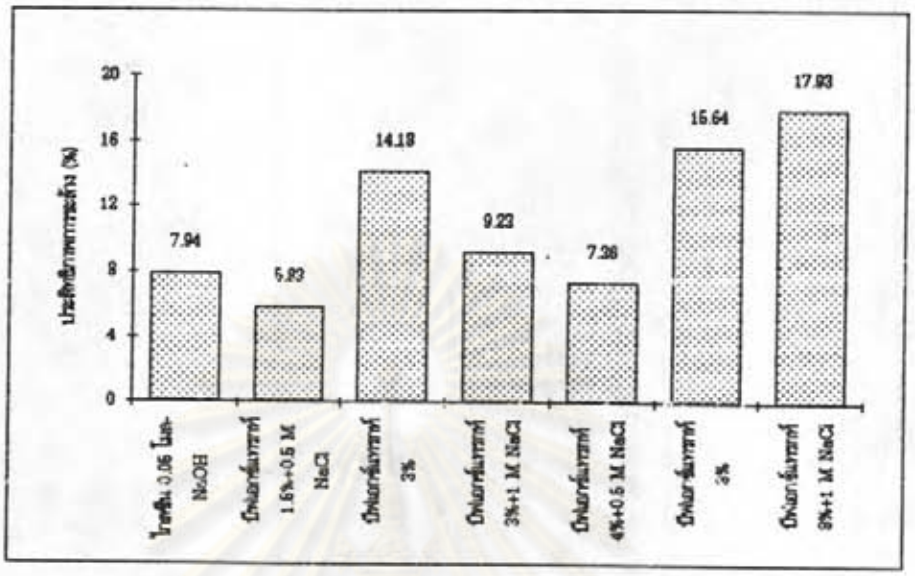
ตารางที่ 4.7 แสดงผลการชะล้างโคลิฟาจออกจากแผ่นเยื่อกรองของตัวอย่างน้ำที่มีการเติมอลูมินัมคลอไรด์ความเข้มข้น 0.0002 โมล แล้วปรับพีเอช = 5.0 และมีการล้างแผ่นเยื่อกรองก่อนชะล้างด้วยโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้น 0.14 นอร์มัล

ลำดับที่	สารชะล้างที่ใช้	จำนวนโคลิฟาจ (พีเอฟยู/มิลลิลิตร) ที่ถูกดูดติด (1)	ในน้ำชะล้าง (2)	%การชะล้าง (3)	ค่าเฉลี่ย
1	ไกลซีน 0.05 โมล-โซเดียมไฮดรอกไซด์ พีเอช 10.5	2.18×10^7	1.31×10^6	6.00%	4.36%
		3.32×10^7	1.55×10^6	4.67%	
		6.79×10^7	1.63×10^6	2.40%	
2	บัฟเฟอร์แทรกท์ 1.5%+ โซเดียมคลอไรด์ 0.5 โมล พีเอช 9.0	8.57×10^7	1.45×10^6	1.69%	5.68%
		4.13×10^7	3.40×10^6	8.24%	
		1.62×10^7	1.15×10^6	7.11%	
3	บัฟเฟอร์แทรกท์ 3% พีเอช 9.0	3.34×10^7	5.78×10^6	17.32%	16.96%
		2.69×10^7	3.55×10^6	13.18%	
		2.99×10^7	6.10×10^6	20.42%	
4	บัฟเฟอร์แทรกท์ 3%+ โซเดียมคลอไรด์ 1 โมล พีเอช 9.0	1.86×10^7	3.75×10^6	20.13%	14.95%
		2.53×10^7	3.15×10^6	12.44%	
		2.77×10^7	3.40×10^6	12.27%	
5	บัฟเฟอร์แทรกท์ 4%+ โซเดียมคลอไรด์ 0.5 โมล พีเอช 9.0	4.80×10^7	6.80×10^6	14.18%	12.69%
		5.02×10^7	3.90×10^6	7.77%	
		3.66×10^7	5.90×10^6	16.13%	
6	บัฟเฟอร์แทรกท์ 8 % พีเอช 9.0	6.15×10^7	5.50×10^6	8.94%	12.54%
		4.42×10^7	5.90×10^6	13.35%	
		4.21×10^7	6.45×10^6	15.32%	
7	บัฟเฟอร์แทรกท์ 8%+ โซเดียมคลอไรด์ 1 โมล พีเอช 9.0	1.71×10^8	2.99×10^7	17.52%	13.28%
		1.70×10^8	2.02×10^7	11.86%	
		1.46×10^8	1.53×10^7	10.47%	

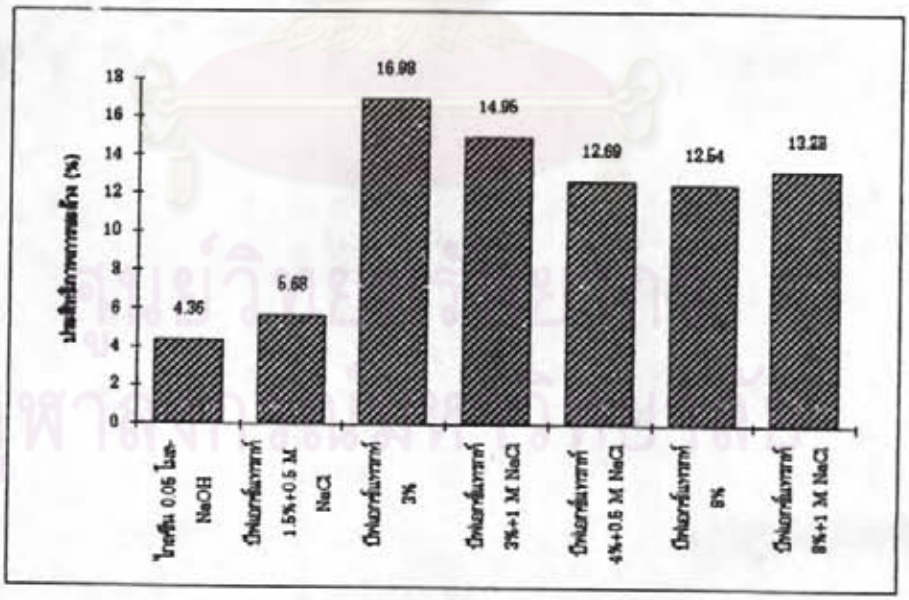
หมายเหตุ : (1) = ความเข้มข้นโคลิฟาจในตัวอย่างน้ำ - ความเข้มข้นโคลิฟาจในน้ำที่ผ่านการกรอง

(2) = ความเข้มข้นโคลิฟาจจากสารชะล้าง x 7.5 / 1,000

(3) = [(2)/(1)] x 100



รูปที่ 4.6 ประสิทธิภาพการชะโคลิฟาจออกแผ่นเยื่อกรองของตัวอย่างน้ำที่มีการเติมอลูมินัมคลอไรด์และไม่มีการล้างแผ่นเยื่อกรองด้วย NaCl



รูปที่ 4.7 ประสิทธิภาพการชะโคลิฟาจออกแผ่นเยื่อกรองของตัวอย่างน้ำที่มีการเติมอลูมินัมคลอไรด์และมีการล้างแผ่นเยื่อกรองด้วย NaCl

เป็นตัวเพิ่มโอกาสให้โคลิฟาจที่ถูกทำให้สูญเสียเสถียรภาพมาสัมผัสกัน แล้วติดค้างอยู่ภายในช่องว่างของแผ่นเยื่อกรอง การชะโคลิฟาจออกจึงทำได้เฉพาะที่ติดอยู่บริเวณผิวของแผ่นเยื่อกรอง

2.2 <u>แผ่นเยื่อกรองเคลือบด้วยโพลีเอทิลีนอิมีน</u>

ทดลองใช้สารชะล้างต่างๆ ดังที่ได้กล่าวไปแล้วในการชะโคลิฟาจที่ถูกดูดติดบนแผ่นเยื่อกรองที่เคลือบด้วยโพลีเอทิลีนอิมีน โดยนำแผ่นเยื่อกรองมาแช่ในบีกเกอร์ที่บรรจุสารชะล้าง และใช้แท่งแม่เหล็กกวนตลอดเวลานาน 15 นาที แล้วจึงนำสารชะล้างที่ได้ไปทำการตรวจหาปริมาณโคลิฟาจ เพื่อศึกษาประสิทธิภาพในการชะโคลิฟาจออกจากแผ่นเยื่อกรองของสารชะล้างต่างๆ ผลที่ได้แสดงในตารางที่ 4.8 และรูปที่ 4.12

เมื่อนำค่าประสิทธิภาพในการชะโคลิฟาจของบีฟเอกซ์แทรกท์ 4%+โซเดียมคลอไรด์ 0.5 โมล บีฟเอกซ์แทรกท์ 8%+โซเดียมคลอไรด์ 1 โมล และบีฟเอกซ์แทรกท์ 8% ซึ่งให้ประสิทธิภาพในการชะล้างได้ดี และใกล้เคียงกัน คือ มีค่าเฉลี่ย 85.00% 89.48% และ 89.83% ตามลำดับ ไปวิเคราะห์ด้วยวิธีการทางสถิติตามวิธีในภาคผนวก ข พบว่าสารชะล้างทั้ง 3 ชนิดสามารถชะโคลิฟาจออกได้ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ดังตารางที่ 4.9 และตารางที่ 4.10

กระบวนการในการชะล้างโคลิฟาจออกจากแผ่นเยื่อกรองที่มีการเคลือบด้วยโพลีเอทิลีนอิมีน อาจเนื่องมาจากการดูดติดของโคลิฟาจเกิดขึ้นที่ผิวแผ่นเยื่อกรองเป็นส่วนใหญ่ การชะล้างโคลิฟาจซึ่งใช้เครื่องกวนชนิดใช้แท่งแม่เหล็กกวนมีผลในการทำลายแรงยึดเหนี่ยวที่เกิดขึ้นระหว่างโคลิฟาจกับโพลีเอทิลีนอิมีนให้แตกออก และจากผลการวิจัยจะพบว่าความเข้มข้นของบีฟเอกซ์แทรกท์ที่เพิ่มขึ้นมีผลในการชะโคลิฟาจได้ดีขึ้น แสดงว่าบีฟเอกซ์แทรกท์ซึ่งเป็นโปรตีนจะเกาะติดโพลีเอทิลีนอิมีนแทนที่โคลิฟาจ

ตารางที่ 4.8 แสดงผลการชะล้างโคลิฟาจออกจากแผ่นเยื่อกรองที่มีการเคลือบด้วยโพลีเอทิลีนอิมีน 0.5%

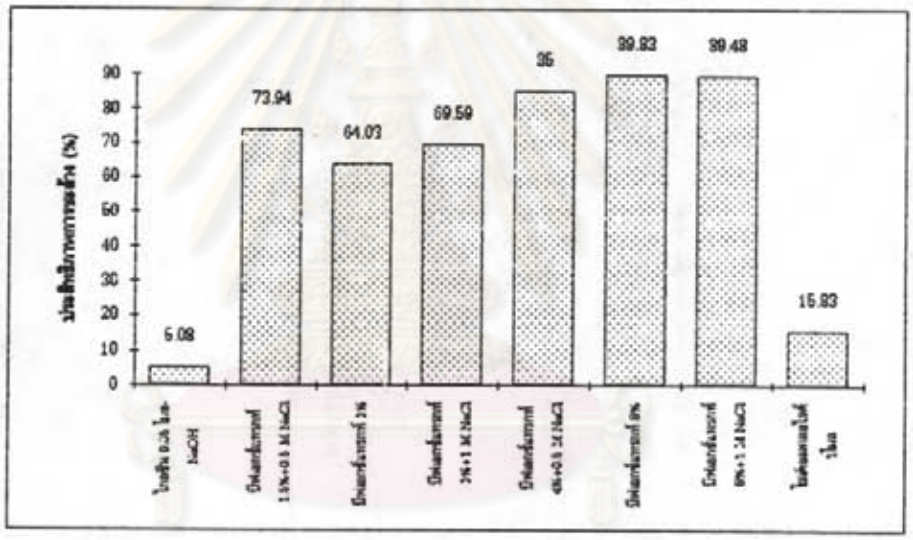
ลำดับที่	สารชะล้างที่ใช้	จำนวนโคลิฟาจ (พีเอฟยู/มิลลิลิตร) ที่ถูกดูดติด (1)	น้ำชะล้าง (2)	%การชะล้าง (3)	ค่าเฉลี่ย
1	ไกลซีน 0.05 โมล-โซเดียมไฮดรอกไซด์ พีเอช 10.5	$1.65x10^7$	$6.38x10^5$	3.87%	5.08%
		$1.40x10^7$	$4.85x10^5$	3.48%	
		$2.35x10^7$	$1.86x10^6$	7.91%	
2	บีฟเอกซ์แทรกท์ 1.5%+ โซเดียมคลอไรด์ 0.5 โมล พีเอช 9.0	$2.21x10^7$	$1.58x10^7$	71.47%	73.94%
		$1.95x10^7$	$1.47x10^7$	75.23%	
		$1.77x10^7$	$1.33x10^7$	75.00%	
3	บีฟเอกซ์แทรกท์ 3% พีเอช 9.0	$4.19x10^7$	$2.82x10^7$	67.29%	64.03%
		$3.54x10^7$	$2.25x10^7$	63.56%	
		$3.79x10^7$	$2.32x10^7$	61.23%	
4	บีฟเอกซ์แทรกท์ 3%+ โซเดียมคลอไรด์ 1 โมล พีเอช 9.0	$9.98x10^6$	$6.45x10^6$	64.65%	69.59%
		$1.38x10^7$	$1.01x10^7$	73.44%	
		$2.58x10^7$	$1.82x10^7$	70.67%	
5	บีฟเอกซ์แทรกท์ 4%+ โซเดียมคลอไรด์ 0.5 โมล พีเอช 9.0	$2.39x10^7$	$1.97x10^7$	82.43%	85.00%
		$4.18x10^6$	$3.65x10^6$	87.32%	
		$2.35x10^7$	$2.00x10^7$	85.25%	
6	บีฟเอกซ์แทรกท์ 8 % พีเอช 9.0	$2.44x10^7$	$2.28x10^7$	93.35%	89.83%
		$1.41x10^7$	$1.23x10^7$	87.25%	
		$1.51x10^7$	$1.34x10^7$	88.88%	
7	บีฟเอกซ์แทรกท์ 8%+ โซเดียมคลอไรด์ 1 โมล พีเอช 9.0	$1.58x10^7$	$1.33x10^7$	84.37%	89.48%
		$6.74x10^6$	$6.25x10^6$	92.72%	
		$1.19x10^7$	$1.09x10^7$	91.35%	
8	โซเดียมคลอไรด์ 1 โมล พีเอช 9.0	$1.58x10^8$	$2.63x10^7$	16.64%	15.83%
		$1.24x10^7$	$2.18x10^6$	17.54%	
		$3.83x10^7$	$5.10x10^6$	13.32%	

หมายเหตุ : (1) = ความเข้มข้นโคลิฟาจในตัวอย่างน้ำ - ความเข้มข้นโคลิฟาจในน้ำที่ผ่านการกรอง

(2) = ความเข้มข้นจากสารชะล้าง x 7.5 / 1,000

(3) = [(1)-(2)]x100/(1)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.8 ประสิทธิภาพการชะโคลิฟาจออกจากแผ่นเยื่อกรองที่เคลือบด้วยโพลีเอทิลีนอิมีน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4. 9 ประสิทธิภาพการชะล้างโคลิฟาจด้วยสารชะล้างต่างๆ จากตัวอย่างน้ำที่กรองผ่านแผ่นเยื่อกรองที่มีการเคลือบด้วยโพลีเอทิลีนอิมีน

ลำดับสารชะล้าง	5	6	7
ประสิทธิภาพ	82.43	93.35	84.37
การ	87.32	87.25	92.72
ชะล้าง (%)	85.25	88.88	91.35
ผลรวม	255.00	269.48	268.44
ค่าเฉลี่ย	85.00	89.83	89.48

G.T. = 792.92 a = 3

Y = 88.10 n = 3

ตารางที่ 4.10 การวิเคราะห์ความแปรปรวนสำหรับข้อมูลแบบจำแนกทางเดียวของ ANOVA

ที่มาของความแปรปรวน	df	ผลรวมกำลังสอง	ค่าความแปรปรวน	F-ratio
ระหว่างกลุ่ม	2	43.49	21.74	1.81
ภายในกลุ่ม	6	72.11	12.02	
รวม	8	115.59		

กำหนด = 0.05 เมื่อเปิดค่า F (2,6) จากตารางค่าวิกฤติของการแจกแจงแบบ F ในภาคผนวก ข ได้ F (2,6) = 5.14

ค่า F ที่คำนวณได้น้อยกว่า 5.14 แสดงว่าความแตกต่างไม่มีนัยสำคัญ

สรุปผล ค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพในการชะล้างโคลิฟาจของสารชะล้างต่างๆ ไม่แตกต่างกัน ด้วยความเชื่อมั่น 95 %

3. วิธีการที่เหมาะสมในการหาปริมาณโคลิฟาจในตัวอย่างน้ำที่มีความเข้มข้นของโคลิฟาจต่ำ

จากผลการวิจัยที่ได้วิธีการหาปริมาณโคลิฟาจในตัวอย่างน้ำที่มีความเข้มข้นของโคลิฟาจต่ำที่เหมาะสมที่สุด คือ การกรองตัวอย่างน้ำผ่านแผ่นเยื่อกรองที่มีการเคลือบด้วยโพลีเอทิลีนอิมีน สารชะล้างที่ใช้ คือ บัฟเฟอร์แทรกท์ 4% + โซเดียมคลอไรด์ 0.5 โมล พีเอช 9.0 หรือ บัฟเฟอร์แทรกท์ 8% พีเอช 9.0 หรือ บัฟเฟอร์แทรกท์ 8% + โซเดียมคลอไรด์ 1โมล พีเอช 9.0 ในการชะโคลิฟาจออกจากแผ่นเยื่อกรอง โดยวิธีที่ใช้ในการชะ คือ นำแผ่นเยื่อกรองมาแช่ในบีกเกอร์ที่บรรจุสารชะล้าง และใช้เครื่องกวนชนิดใช้แท่งแม่เหล็กกวน

วิเคราะห์ค่าใช้จ่ายในการหาปริมาณโคลิฟาจในตัวอย่างน้ำที่มีความเข้มข้นของโคลิฟาจต่ำ

ค่าใช้จ่ายในการวิเคราะห์ปริมาณโคลิฟาจในตัวอย่างน้ำที่มีความเข้มข้นของโคลิฟาจต่ำสำหรับการวิจัยครั้งนี้จะคิดเฉพาะค่าสารเคมี ซึ่งจะเท่ากับ 35.25 บาทต่อการวิเคราะห์ 1 ครั้ง โดยไม่รวมค่าไฟฟ้า ค่าอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย และค่าแรงในการวิเคราะห์ รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ค

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิเคราะห์การหาปริมาณโคลิฟาจในตัวอย่างน้ำที่มีความขุ่น

1. ตัวอย่างน้ำความขุ่นสังเคราะห์จากดินคาโอลิน

การวิเคราะห์หาปริมาณโคลิฟาจในตัวอย่างน้ำที่มีความขุ่นสามารถแยกหาเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนน้ำใส และ ส่วนตะกอน โดยส่วนน้ำใสนำไปหาปริมาณโคลิฟาจด้วยวิธีที่เหมาะสมในการหาปริมาณโคลิฟาจในตัวอย่างน้ำที่มีความเข้มข้นของโคลิฟาจต่ำ คือ กรองส่วนน้ำใสที่ได้ผ่านแผ่นเยื่อกรองที่เคลือบด้วยโพลีเอทิลีนอิมีน และใช้บัฟเฟอกซแทรกท์ 8% +โซเดียมคลอไรด์ 1 โมล เป็นสารชะล้าง ซึ่งจากผลการทดลองในตารางที่ 4.11 พบว่าโคลิฟาจจะอยู่ในส่วนน้ำใสเฉลี่ย 74.33 % แต่เนื่องจากประสิทธิภาพการนำกลับโคลิฟาจของวิธีที่นำมาใช้เฉลี่ย 87.75 % การหาจำนวนโคลิฟาจที่อยู่ในส่วนน้ำใสจริงจึงต้องมีการเทียบกลับถ้าการทดลองที่นำมาใช้สามารถทำได้ 100 % ดังนั้นปริมาณโคลิฟาจในส่วนน้ำใสเฉลี่ยจะเท่ากับ 84.71 %

การวิเคราะห์ประสิทธิภาพในการชะโคลิฟาจออกจากตะกอนจะหาปริมาณโคลิฟาจที่ควรมีในส่วนน้ำใสของแต่ละตัวอย่างก่อน เพื่อหาปริมาณโคลิฟาจที่ควรจะมีในส่วนตะกอนแล้วจึงนำปริมาณโคลิฟาจที่วิเคราะห์ได้ในส่วนตะกอนมาหาประสิทธิภาพในการชะล้างของสารชะล้างแต่ละชนิด ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 4.12 และจากการวิเคราะห์ทางสถิติดัง ตารางที่ 4.13 และตารางที่ 4.14 พบว่าสารชะล้างทั้ง 5 ชนิดมีประสิทธิภาพในการชะโคลิฟาจออกจากตะกอนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ คือ มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 28.16 % - 39.91 %

การวิเคราะห์ปริมาณโคลิฟาจในตัวอย่างน้ำความขุ่นสังเคราะห์จากดินคาโอลินซึ่งใช้เป็นตัวแทนความขุ่นในธรรมชาติ พบว่าโคลิฟาจจะอยู่ในส่วนน้ำใสมากกว่าจะเกาะติดอยู่กับอนุภาคของดินคาโอลิน อาจเป็นเพราะอนุภาคของดินคาโอลินและโคลิฟาจมีประจุลบเหมือนกันจึงเกิดแรงผลักซึ่งกันและกัน สาเหตุที่ตรวจพบโคลิฟาจในส่วนตะกอนอาจเกิดจากการที่โคลิฟาจและตะกอนถูกแรงเหวี่ยงให้มาอยู่ใกล้กันมากจนแรงดูดสามารถชนะแรงผลักได้ แต่เนื่องจากแรงดึงดูดที่เกิดขึ้นน่าจะเป็นแรงที่อ่อนมากเมื่อใช้สารชะล้างทั้ง 5 ชนิดในการชะโคลิฟาจประสิทธิภาพในการชะล้างที่ได้ควรจะสูงกว่านี้ ซึ่งอาจเป็นไปได้ที่ปริมาณโคลิฟาจส่วนที่หายไปเป็นส่วนที่ถูกแรงเหวี่ยงจนโคลิฟาจมาอยู่ใกล้กันมากจนแรงดูดระหว่างอนุภาคมีอำนาจเหนือแรงผลัก ทำให้โคลิฟาจ

ตารางที่ 4.11 ผลการหาปริมาณโคลิฟาจในตัวอย่างน้ำความชุ่นสังเคราะห์จากดินคาโอลิน

ลำดับที่	สารชะล้างตะกอน	ความเข้มข้นของโคลิฟาจ (พีเอฟยู/มิลลิลิตร)		%โคลิฟาจในส่วนน้ำใส (3)
		ตัวอย่างน้ำเริ่มต้น (1)	ส่วนน้ำใส (2)	
1	ไกลซีน 0.05 โมล-โซเดียมไฮดรอกไซด์ พีเอช 10.5	$2.13x10^7$	$1.73x10^7$	80.99%
			$1.80x10^7$	84.51%
			$1.22x10^7$	57.04%
2	บีฟเอกซ์แทรกท์ 3% พีเอช 9.0	$4.13x10^7$	$2.16x10^7$	52.30%
			$3.75x10^7$	90.80%
			$3.40x10^7$	82.26%
3	บีฟเอกซ์แทรกท์ 3% + โซเดียมคลอไรด์ 1 โมล พีเอช 9.0	$1.28x10^7$	$1.19x10^7$	93.16%
			$8.10x10^6$	63.28%
			$1.04x10^7$	80.86%
4	บีฟเอกซ์แทรกท์ 8% พีเอช 9.0	$2.13x10^7$	$1.67x10^7$	78.17%
			$1.72x10^7$	80.63%
			$1.18x10^7$	55.28%
5	บีฟเอกซ์แทรกท์ 8%+ โซเดียมคลอไรด์ 1 โมล พีเอช 9.0	$1.28x10^7$	$8.40x10^6$	65.63%
			$8.63x10^6$	67.38%
			$1.06x10^7$	82.62%
			ค่าเฉลี่ย	74.33%

หมายเหตุ : (3) = (2)/(1) x100

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.12 เปรียบเทียบความสามารถของสารชะล้างตะกอนแต่ละชนิดในการชะโคลิฟาจออกจากตะกอนดินคาโอลิน

ลำดับที่	สารชะล้างตะกอน	ความเข้มข้นของโคลิฟาจ (พีเอฟยู/มิลลิลิตร)		%การชะล้าง (3)	ค่าเฉลี่ย
		ส่วนตะกอนจากการคำนวณ (1)	ส่วนตะกอนจากการวิเคราะห์ (2)		
1	ไกลซีน 0.05 โมล-โซเดียมไฮดรอกไซด์ พีเอช 10.5	3.26×10^6	1.38×10^6	42.33%	
			9.73×10^5	29.35%	39.91%
			1.55×10^6	47.55%	
2	บีฟเอกซ์แทรกท์ 3% พีเอช 9.0	6.32×10^6	1.57×10^6	24.84%	
			2.15×10^6	34.02%	28.16%
			1.62×10^6	25.63%	
3	บีฟเอกซ์แทรกท์ 3% + โซเดียมคลอไรด์ 1 โมล พีเอช 9.0	1.96×10^6	4.33×10^5	22.09%	
			4.40×10^5	22.45%	28.33%
			7.93×10^5	40.46%	
4	บีฟเอกซ์แทรกท์ 8% พีเอช 9.0	3.26×10^6	1.14×10^6	34.97%	
			1.01×10^6	30.98%	33.95%
			1.17×10^6	35.89%	
5	บีฟเอกซ์แทรกท์ 8%+ โซเดียมคลอไรด์ 1 โมล พีเอช 9.0	1.96×10^6	4.60×10^5	23.47%	
			5.00×10^5	25.51%	30.83%
			8.53×10^5	43.52%	

หมายเหตุ : (3) = (2)/(1) x100

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.13 ประสิทธิภาพการชะล้างโคลิฟาจจากตะกอนดินคาโอลินด้วยสารชะล้างต่างๆ

ลำดับสารชะล้าง	1	2	3	4	5
ประสิทธิภาพ	42.33	24.84	22.09	34.97	23.47
การ	29.85	34.02	22.45	30.38	25.51
ชะล้าง (%)	47.55	25.63	40.46	35.89	43.52
ผลรวม	119.73	84.49	85.00	101.84	92.50
ค่าเฉลี่ย	39.91	28.16	28.33	33.95	30.83

G.T. = 483.56 a = 5

Y = 32.24 n = 3

ตารางที่ 4.14 การวิเคราะห์ความแปรปรวนสำหรับข้อมูลแบบจำแนกทางเดียวของ ANOVA

ที่มาของความแปรปรวน	df	ผลรวมกำลังสอง	ค่าความแปรปรวน	F-ratio
ระหว่างกลุ่ม	4	286.80	71.70	1.03
ภายในกลุ่ม	10	694.97	69.50	
รวม	14	981.78		

กำหนด = 0.05 เมื่อเปิดค่า F (4,10) จากตารางค่าวิกฤติของการแจกแจงแบบ F ในภาคผนวก ข ได้ F (4,10) = 3.48

ค่า F ที่คำนวณได้น้อยกว่า 3.48 แสดงว่าความแตกต่างไม่มีนัยสำคัญ

สรุปผล ไม่มีเหตุผลเพียงพอที่จะกล่าวว่า ค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพในการชะล้างโคลิฟาจของสารชะล้างต่างๆ แตกต่างกัน ด้วยความเชื่อมั่น 95 %

มาเกาะรวมกัน และสารชะล้างไม่สามารถกระจายโคลิฟาจออกจากกันได้เมื่อนำไปทำการตรวจหาปริมาณโคลิฟาจจำนวนหลักที่ก่อรูปขึ้นจึงน้อยกว่าความเป็นจริง

2. ตัวอย่างน้ำความขุ่นสังเคราะห์จากเชล E.coli

การวิเคราะห์หาปริมาณโคลิฟาจในตัวอย่างน้ำที่มีความขุ่นสามารถแยกหาเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนน้ำใส และ ส่วนตะกอน โดยส่วนน้ำใสนำไปหาปริมาณโคลิฟาจด้วยวิธีที่เหมาะสมในการหาปริมาณโคลิฟาจในตัวอย่างน้ำที่มีความเข้มข้นของโคลิฟาจต่ำ คือ กรองส่วนน้ำใสที่ได้ผ่านแผ่นเยื่อกรองที่เคลือบด้วยโพลีเอทิลีนอิมีน และใช้บัฟเฟอกซแทรกท์ 8% +โซเดียมคลอไรด์ 1 โมล เป็นสารชะล้าง ซึ่งจากผลการทดลองในตารางที่ 4.15 พบว่าโคลิฟาจจะอยู่ในส่วนน้ำใสเฉลี่ย 2.88 % แต่เนื่องจากประสิทธิภาพการนำกลับโคลิฟาจของวิธีที่นำมาใช้เฉลี่ย 87.75 % การหาจำนวนโคลิฟาจที่อยู่ในส่วนน้ำใสจริงจึงต้องมีการเทียบกลับถ้าการทดลองที่นำมาใช้สามารถทำได้ 100 % ดังนั้นปริมาณโคลิฟาจในส่วนน้ำใสเฉลี่ยจะเท่ากับ 3.28 %

การวิเคราะห์ประสิทธิภาพในการชะโคลิฟาจออกจากตะกอน จะหาปริมาณโคลิฟาจที่ควรมีในส่วนน้ำใสของแต่ละตัวอย่างก่อน เพื่อหาปริมาณโคลิฟาจที่ควรจะมีในส่วนตะกอนแล้วจึงนำปริมาณโคลิฟาจที่วิเคราะห์ได้ในส่วนตะกอนมาหาประสิทธิภาพในการชะล้างของสารชะล้างแต่ละชนิด ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 4.16 และจากการวิเคราะห์ทางสถิติดัง ตารางที่ 4.17 และตารางที่ 4.18 พบว่าสารชะล้างทั้ง 5 ชนิดมีประสิทธิภาพในการชะโคลิฟาจออกจากตะกอนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่เนื่องจากมีค่าต่ำมากคือ มีค่าเฉลี่ย 1.15 %- 4.95 % ดังนั้นจึงไม่ทำการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย

การวิเคราะห์ปริมาณโคลิฟาจในตัวอย่างน้ำความขุ่นสังเคราะห์จากเชล E.coli พบว่าโคลิฟาจจะอยู่ในส่วนตะกอนของเชล E.coli มากกว่าส่วนน้ำใส อาจเป็นเพราะโคลิฟาจมีแนวโน้มที่จะมาเกาะติดที่เชล E.coli ซึ่งเป็นโฮสท์ เมื่อถูกแรงเหวี่ยงให้มาอยู่ใกล้กันจึงเป็นการเพิ่มโอกาสให้เกาะติดกันมากขึ้น และที่ไม่สามารถชะโคลิฟาจออกจากเชลของ E.coli ได้ อาจเป็นเพราะสารชะล้างที่ใช้เป็นโปรตีนเหมือนเชล E.coli ดังนั้นจึงไม่สามารถทำลายแรงยึดเหนี่ยว และเข้าแทนที่ตำแหน่งของเชล E.coli ได้ หรืออาจเป็นเพราะโคลิฟาจสูญเสียความ

ตารางที่ 4.15 ผลการหาปริมาณโคลิฟาจในตัวอย่างน้ำความขุ่นสังเคราะห์จากเชล E.coli

ลำดับที่	สารชะล้างตะกอน	ความเข้มข้นของโคลิฟาจ (พีเอฟยู/มิลลิลิตร)		%โคลิฟาจในส่วนน้ำใส
		ตัวอย่างน้ำเริ่มต้น (1)	ส่วนน้ำใส (2)	(3)
1	ไกลซีน 0.05 โมล-โซเดียมไฮดรอกไซด์ พีเอช 10.5	$4.13x10^7$	$3.50x10^5$	0.85%
			$4.25x10^5$	1.03%
			$3.65x10^5$	0.88%
2	บีฟเอกซ์แทรกท์ 3% พีเอช 9.0	$1.55x10^7$	$5.15x10^5$	3.32%
			$1.46x10^6$	9.42%
			$3.70x10^5$	2.39%
3	บีฟเอกซ์แทรกท์ 3% + โซเดียมคลอไรด์ 1 โมล พีเอช 9.0	$1.06x10^7$	$4.05x10^5$	3.82%
			$3.75x10^5$	3.54%
			$3.45x10^5$	3.25%
4	บีฟเอกซ์แทรกท์ 8% พีเอช 9.0	$1.55x10^7$	$3.20x10^5$	2.06%
			$2.86x10^5$	1.85%
			$2.93x10^5$	1.89%
5	บีฟเอกซ์แทรกท์ 8%+ โซเดียมคลอไรด์ 1 โมล พีเอช 9.0	$2.85x10^7$	$8.40x10^5$	2.95%
			$1.03x10^6$	3.61%
			$6.85x10^5$	2.40%
			ค่าเฉลี่ย	2.88%

หมายเหตุ : (3) = (2)/(1) x100

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.16 เปรียบเทียบความสามารถของสารชะล้างตะกอนแต่ละชนิดในการชะโคลิฟาจออกจากตะกอนเซล E.coli

ลำดับที่	สารชะล้างตะกอน	ความเข้มข้นของโคลิฟาจ (พีเอฟยู/มิลลิลิตร)		%การชะล้าง (3)	ค่าเฉลี่ย
		ส่วนตะกอนจากการคำนวณ (1)	ส่วนตะกอนจากการวิเคราะห์ (2)		
1	ไกลซิน 0.05 โมล-โซเดียมไฮดรอกไซด์ พีเอช 10.5	$3.99x10^7$	$5.00x10^5$	1.25%	
			$4.20x10^5$	1.05%	1.15%
			$4.60x10^5$	1.15%	
2	บีฟเอกซ์แทรกท์ 3% พีเอช 9.0	$1.50x10^7$	$2.99x10^5$	1.99%	
			$4.73x10^5$	3.15%	2.96%
			$5.60x10^5$	3.73%	
3	บีฟเอกซ์แทรกท์ 3% + โซเดียมคลอไรด์ 1 โมล พีเอช 9.0	$1.03x10^7$	$2.49x10^5$	2.42%	
			$6.13x10^5$	5.95%	3.94%
			$3.57x10^5$	3.47%	
4	บีฟเอกซ์แทรกท์ 8% พีเอช 9.0	$1.50x10^7$	$5.93x10^5$	3.95%	
			$8.47x10^5$	5.65%	4.95%
			$7.87x10^5$	5.25%	
5	บีฟเอกซ์แทรกท์ 8%+ โซเดียมคลอไรด์ 1 โมล พีเอช 9.0	$2.76x10^7$	$6.20x10^5$	2.25%	
			$6.60x10^5$	2.39%	2.35%
			$6.67x10^5$	2.42%	

หมายเหตุ : (3) = (2)/(1) x100

ตารางที่ 4.17 ประสิทธิภาพการชะล้างโคลิฟาจจากตะกอนเซลอี. โคไลด้วยสารชะล้างต่างๆ

ลำดับสารชะล้าง	1	2	3	4	5
ประสิทธิภาพ	1.25	1.99	2.42	3.95	2.25
การ	1.05	3.15	5.95	5.65	2.39
ชะล้าง (%)	1.15	3.73	3.47	5.25	2.42
ผลรวม	3.45	8.87	11.84	14.85	7.06
ค่าเฉลี่ย	1.15	2.96	3.95	4.95	2.35

G.T. = 46.07 a = 5

Y = 3.07 n = 3

ตารางที่ 4.18 การวิเคราะห์ความแปรปรวนสำหรับข้อมูลแบบจำแนกทางเดียวของ ANOVA

ที่มาของความแปรปรวน	df	ผลรวมกำลังสอง	ค่าความแปรปรวน	F-ratio
ระหว่างกลุ่ม	4	25.55	6.39	6.55
ภายในกลุ่ม	10	9.76	0.98	
รวม	14	35.30		

กำหนด = 0.05 เมื่อเปิดค่า F (4,10) จากตารางค่าวิกฤติของการแจกแจงแบบ F ในภาคผนวก ข ได้ F (4,10) = 3.48

ค่า F ที่คำนวณได้มากกว่า 3.48 แสดงว่าความแตกต่างมีนัยสำคัญ

สรุปผล ค่าเฉลี่ยของประสิทธิภาพในการชะล้างโคลิฟาจของสารชะล้างต่างๆ แตกต่างกัน ด้วยความเชื่อมั่น 95 %

สามารถในการทำให้เกิดการติดเชื้อในเซล E.coli ที่ใช้ในการตรวจหาปริมาณโคลิฟาจ เพราะอีโนมซึ่งเป็นตัวถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของโคลิฟาจเมื่อปล่อยเข้าไปในโฮสท์จะทำให้เกิดการเพิ่มจำนวนของโคลิฟาจและก่อรูปเป็นหลักถูกปล่อยเข้าไปในเซล E.coli ที่ใช้เป็นตัวสร้างความขุ่นให้กับตัวอย่างน้ำซึ่งเป็นเซลที่ตายแล้ว ดังนั้นจึงไม่สามารถตรวจหาโคลิฟาจในตะกอนได้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย