รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

ทวี จิตไมตรี. 2535. เอกสารประกอบการสอนวิชา 167 311 (Biological for environmental engineering) ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

บัญญัติ สุขศรีงาม. 2532. จุลชีววิทยา. เล่ม 2. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์.

มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์. 2527. วิศวกรรมการประปา เล่ม 2. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุเมธ ชวเดช. 2532. เอกสารประกอบการสอนวิชา 266 525 (IND W S WASTE W TR) ภาควิชาเคมีเทคนิค คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ศิริจันทร์ ทองประเสริฐ และจันทนา จันทโร. 2536. สถิติสำหรับงานวิศวกรรม กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ภาษาอังกฤษ

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

American Water Works Association. (1992). Committee Report: Membrane processes in potable water treatment. Jour. AWWA 84: 59-67.

Applegate, L.E. (1984). Membrane separation process. Chem. Eng. 91: 84-89.

Ben Aim, R., Liu, M.G., and Vigneswaren, S. (1993). Recent development of membrane processes for water and wastewater treatment. Wat. Sci. Tech. 27: 141-149.

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

Ironside, R. and Sourirajan, S. (1967). The reverse osmosis membrane seperation technique for water pollution control. Water Res. 1: 179.

Jacangelo, J.G., Aieta, E.M., Carns, K.E., Cummings, E.W., and Mallevialle, J. (1989). Assessing hollow-fiber ultrafiltration for particulate removal. Jour. AWWA 81: 68-75.

_____., Laine', J.M., Carns, K.E., Cummings, E.W., and Mallevialle, J. (1991). Low-pressure membrane filtration for removing Giardia and microbial indicators. Jour. AWWA 83: 97-106.

Jones, K.L., Odderstol, E.S., Wetterau, G.E., and Clark, M.M. (1993). Using a hydraulic model to predict hollow-fiber UF performance. Jour. AWWA 85: 87-97.

Kott, Y., Roze, N., Sperber, S., and Berzer, N. (1974). Bacteriophages as viral pollution indicators. Wat.Res. 8: 165-171.

Laine', J.M., Hagstrom, J.P., Clark, M.M., and Mallevialle, J. (1989). Effects of ultrafiltration membrane composition. Jour. AWWA 81: 61-67.

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

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

Payment,P. (1981). Isolation of viruses from drinking water at The Pont-Viau water treatment plant. Can. J. Microbiol 27: 417-420.

_____., 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. Microbiol 49: 1418-1428.

Rautenbach,R., andAlbrecht, R. 1989. Membrane process. Translated by V. Cottrell. Chichester: John Wiley & Sons Ltd.

Romicon. 1983. Ultrafiltration handbook. Massachusetts: Romicon,Inc.

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

Sompol Boonthanon. 1991. De-clogging of CFMF membranes: application in water and wastewater treatment. Doctoral Dissertation, Asian Institute of Technology.

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

Strathman, H. 1984. Water and wastewater treatment experience in Europeand Japan using ultrafiltration. In G. Belfort (ed.), Synthetic membrane process: fundamentals and water application, pp. 343-375. Orlando, Fla.: Academic Press.

Thuraiappah, U.D. 1989. Effects of operating parameters in short and long term ultrafiltration using protein waste. Master's Thesis, Asian Institute of Technology.

Urase, T., Yamamoto, K., and Ohgaki, S. (1991). Evaluation of virus removal in membrane seperation processes by using coliphage $q\beta$. Asian Waterqual'91, Proceeding 3 rd IAWPRC Reginal Conference, Vol. 2, pp. 115-120.

Vigneswaren, S., Vigneswaren, B., and Ben Aim, R. (1991). Application of microfiltration for water and wastewater treatment. Environmental sanitation reviews 31: 14-19.

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

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

การทำความสะอาด การเตรียม และการสเตอริไลส์เครื่องแก้ว

การทำความสะอาด

ล้างเครื่องแก้วต่างๆด้วยสารซักฟอกที่เหมาะสมในน้ำอุ่นแล้วล้างสารซักฟอกออกให้หมด ผึ่งหรือเช็ดให้แห้งด้วยผ้าสะอาดในกรณีที่เป็นเครื่องแก้วที่ปนเปื้อนแบคทีเรียแล้วก่อนล้างต้องฆ่าแบคทีเรียที่ติดอยู่เสียก่อน โดยปฏิบัติดังนี้

- ไปเปต (pipet) ให้แช่ในน้ำยาฆ่าเชื้อ เช่น 10.5% caustic soda หรือhypochlorite ซึ่งมี free residual chlorine ไม่ต่ำกว่า 1,000 mg/L หรือน้ำยาฆ่าเชื้ออื่นๆ ที่เหมาะสมนานไม่ต่ำกว่า 30 นาที
- จานเพาะเชื้อ (Petri dish) หลอดทดลอง และขวดต่างๆ หรือเครื่องแก้วอื่นๆ ให้ต้มในน้ำซึ่งผสมด้วย washing soda หรือสารซักฟอก นานประมาณ 30 นาที หรือสเตอริไลส์ด้วยหม้อนึ่งอัดไอ (autoclave)

ไม่เทอาหารเพาะเชื้อที่มีส่วนผสมของวุ้น (agar) ที่กำลังหลอมเหลวในอ่างล้างเพราะเมื่อวุ้นเย็นตัวลงจะแข็งตัว ทำให้ท่อระบายน้ำทิ้งอุดตันได้ ควรเจือจางด้วยน้ำประปาให้มากๆ เสียก่อนจึงเททิ้ง

การเตรียมเครื่องแก้วก่อนสเตอริไลส์

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

2. หลอดทดลอง ม้วนสำลีชนิดไม่ดูดซึม (nonabsorbent cotton) ถ้าไม่มีใช้สำลีธรรมดา (absorbent cotton) แทนก็ได้ ทำเป็นจุกสวมปากหลอดให้ลึกลงไปจากปากหลอดประมาณ 2-3 ซม. และมีส่วนเหนือปากหลอดประมาณ 2.5-3.5 ซม. อย่าให้จุกแน่นเกินไป หลอดทดลองซึ่งมีจุกเกลียวซึ่ง

ทนความร้อนได้ไม่สูงนัก ให้คลายเกลียวออกเล็กน้อยก่อนที่จะสเตอริไลส์ด้วยหม้อนึ่งอัดไอ และขันเกลียวให้แน่นภายหลังนำออกมาจากหม้อนึ่งอัดไอแล้ว พวกที่ใช้ครอบปากหลอดทำด้วยอลูมินั่ม (aluminum cap) นำเข้าสเตอริไลส์ในตู้อบ (hot air oven) ได้เลย

3. ขวดต่างๆ เช่น ขวดเก็บน้ำตัวอย่าง และขวดทำเจือจาง (sample and dilution bottle) ถ้าเป็นขวดจุกแก้ว ใช้แถบกระดาษกว้างประมาณ 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 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 9.0 ซม. ห่อด้วยกระดาษคราฟท์ อาจห่อได้จำนวนแต่ละห่อต่างๆ กันจนถึง 5 จาน โดยใช้กระดาษคราฟท์สี่เหลี่ยมจตุรัส กว้างด้านละ 45 ซม. หรือใส่ในกระบอกโลหะขนาดโตพอ ลักษณะคล้ายกระบอกใส่ไปเปตก็ได้ แต่ทั้งนี้ต้องไม่ทำด้วยทองแดง ปัจจุบันมีจานเพาะเชื้อที่ทำด้วยพลาสติค ซึ่งสเตอริไลส์แล้วจากโรงงานผู้ผลิต สามารถนำมาใช้งานได้ทันที แต่มีราคาแพงสำหรับประเทศเรา

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

6. บีกเกอร์ (beaker) ปฏิบัติเช่นเดียวกับกระบอกตวง ถ้าเป็นขนาดเล็กให้ห่อด้วยกระดาษคราฟท์

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

การสเตอริไลส์

นำเครื่องแก้วที่เตรียมไว้ข้างต้น ยกเว้นบางชนิดที่ต้องใช้หม้อนึ่งอัดไอ ใส่ในตู้อบ อย่าให้เบียดชิดมากเกินไป หรือซ้อนกันหลายชั้น เพื่อให้แต่ละชั้นได้รับอุณหภูมิสม่ำเสมอกัน ใช้อุณหภูมิที่ 160-170 องศาเซลเซียส นานไม่ต่ำกว่า 1 ชั่วโมง เมื่อครบกำหนดเวลาแล้วปิดสวิทช์ไฟฟ้าหรือแก๊ส ปล่อยให้เย็นลงช้าๆ การเปิดตู้ทิ้งไว้ในขณะที่ภายในตู้ยังร้อนจัด อาจทำให้เครื่องแก้วแตกร้าวได้ เนื่องจากการลดอุณหภูมิอย่างกระทันหัน

สำหรับเครื่องแก้วที่มีส่วนประกอบทนความร้อนได้ไม่สูงนัก ให้สเตอริไลส์ด้วยหม้อนึ่ง อัดไอ ใช้อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว (1.2 kg/cm^2) นาน15 นาที

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

เก็บเครื่องแก้วทั้งหมดที่สเตอริไลส์แล้วไว้ในที่ที่ไม่มีฝุ่นละออง หรือในที่ที่ไม่มีลมพัดผ่านไปมาสะดวก เพื่อป้องกันการปนเปื้อน

ภาคผนวก ข

อาหารเพาะเชื้อ และการเตรียม

อาหารเพาะเชื้อ (culture media) สำหรับเพาะเชื้อแบคทีเรียมีมากมายหลายชนิด ตามวัตถุประสงค์ของการใช้ บางชนิดมีส่วนผสมประกอบด้วยสารเคมีหลายชนิด และวิธีเตรียม ค่อนข้างซับซ้อน เป็นการสิ้นเปลืองในการที่จะจัดหาสารเคมีต่างๆ เหล่านั้นไว้ให้ครบ และเป็นการยากที่จะทำให้การเตรียมแต่ละครั้งมีส่วนประกอบเหมือนกัน โดยละเอียดทุกประการ นอกจากนั้นยังเป็นการสิ้นเปลืองเวลาในการเตรียมแต่ละครั้งด้วย ถ้าจัดเตรียมไว้ปริมาณมากๆ ก็จะเกิดปัญหาในการเก็บรักษาโดยเฉพาะกรณีที่ใช้ไม่มากพอและบ่อยนัก ดังนั้นจึงเป็นการสะดวกที่จะใช้อาหารเพาะเชื้อสำเร็จรูปซึ่งผลิตโดยบริษัทต่างๆ ที่เชื่อถือได้ เช่น บริษัท Difco สหรัฐ บริษัท Oxoid อังกฤษ บริษัท BBL สหรัฐ เป็นต้น

การเก็บรักษาอาหารเพาะเชื้อ

อาหารเพาะเชื้อสำเร็จรูปหลังจากเปิดใช้แล้วให้ปิดจุกให้แน่น เก็บไว้ในที่มืด และมีความชื้นน้อยๆ อุณหภูมิควรต่ำกว่า 30 องศาเซลเซียส ถ้าเกิดการเปลี่ยนสี หรือจับตัวกันเป็นก้อนแข็ง ไม่ควรนำมาใช้ ควรซื้อขนาดบรรจุน้อยๆ และใช้ภายใน 6 เดือน หลังจากเปิดใช้ครั้งแรก

อาหารเพาะเชื้อที่สเตอริไลส์แล้ว ในภาชนะหนึ่งใดควรใช้ให้หมดภายใน 1 สัปดาห์ แต่ถ้าภาชนะนั้นมีจุกเกลียวปิดแน่น อาจเก็บไว้ได้นานถึง 3 เดือน เก็บอาหารเพาะเชื้อในที่เย็นๆไม่ถูกแสงแดดโดยตรง ระวังไม่ให้เกิดการปนเปื้อน และมีโอกาสระเหยได้มากเกินไป

การเตรียมอาหารเพาะเชื้อ

ส่วนประกอบที่สำคัญอย่างหนึ่งของอาหารเพาะเชื้อ คือ น้ำ น้ำที่ใช้ควรเป็นน้ำกลั่นหรือน้ำที่ผ่านการ deionize มาแล้ว และเก็บในขวดที่สะอาดไม่ใกล้แสงแดด เพราะอาจจะเกิดสาหร่ายในน้ำได้ ถ้าใช้อาหารเพาะเชื้อสำเร็จรูป ให้ปฏิบัติตามคำแนะนำเฉพาะชนิดของผู้ผลิตถ้าเป็นชนิดที่มีวุ้นผสมอยู่ด้วยขณะที่ต้มต้องหมั่นกวนบ่อยๆ ป้องกันวุ้นติดก้นภาชนะ และอาจจะไหม้ได้ ช้อนฟองเหนียวๆ ทิ้งเสีย ต้มพอให้วุ้นละลายหมดดี ไม่ควรต้มนานจนเกินไป แบ่งใส่ภาชนะต่างๆตามต้องการก่อนนำไปสเตอริไลส์ อาหารเพาะเชื้อที่มีวุ้นเป็นส่วนประกอบที่แข็งตัวแล้วในภาชนะที่สเตอริไลส์แล้ว ถ้าต้องการ

ทำให้หลอมเหลวอีก อย่าตั้งภาชนะบนไฟโดยตรง ให้หล่อในน้ำต้มเดือดจนละลายหมด หรืออบไอน้ำในหม้อนึ่งอัดไอ โดยไม่ต้องมีความดัน อาหารเพาะเชื้อที่สเตอริไลส์แล้ว ถ้าเกิดการปนเปื้อนให้ทิ้งไปไม่ควรนำมาสเตอริไลส์ซ้ำ

<u>การปรับระดับ pH ของอาหารเพาะเชื้อ</u>

อาหารเพาะเชื้อที่เตรียมแล้ว อาจมีความจำเป็นต้องปรับระดับ pH ตามแต่ชนิด ใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ หรือ กรดไฮโดรคลอริก ปรับระดับโดยใช้เครื่องวัด pH ช่วย สำหรับอาหารเพาะเชื้อสำเร็จรูปมักไม่มีปัญหานี้

<u>การสเตอริไลส์อาหารเพาะเชื้อ</u>

ควรนำอาหารเพาะเชื้อที่เตรียมแล้วสเตอริไลส์ภายใน 2 ชั่วโมง โดยใช้หม้อนึ่งอัดไอ ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที หลังจากนั้นรีบนำออกจากหม้อนึ่งอัดไอ และทำให้เย็นโดยเร็ว เพื่อไม่ให้ได้รับความร้อนนานเกินไป ส่วนผสมบางอย่างอาจสลายตัวได้ เช่น ชนิดที่มีส่วนผสมของน้ำตาลแลคโตส หรืออื่นๆ ที่ทนความร้อนสูงนานๆ ไม่ได้ ควรทำให้หม้อนึ่งอัดไอมีน้ำเดือดเสียก่อน แล้วจึงนำอาหารเพาะเชื้อใส่ลงไป เมื่อสเตอริไลส์แล้วรีบนำออกมาทำให้เย็นลงเร็วๆ เพื่อลดเวลาที่อาหารเพาะเชื้อนั้นจะสัมผัสความร้อน ซึ่งทั้งนี้รวมเวลาทั้งหมดในการสเตอริไลส์ไม่ควรนานเกิน 45 นาที

ภาคผนวก ค

การย้อมแบคทีเรียแบบแกรม (Gram stain)

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

<u>สารละลายที่ใช้ และการเตรียม</u>

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 ผสมสารละลาย ทั้งสองเข้าด้วยกัน ทิ้งไว้นาน 24 ชั่วโมง แล้วกรองด้วยกระดาษกรอง

2. Lugol's iodine solution

บดผลึกไอโอดีน 1 กรัม และโปตัสเซียมไอโอไดด์ (KI) 2 กรัม ในโกร่ง (mortar) จนละเอียด เติมน้ำกลั่นทีละน้อย และบดต่อไปเรื่อยๆ สลับกับการเติมน้ำกลั่นทีละน้อย จนละลายดีแล้วเติมน้ำกลั่น ลงไปอีกจนครบ 300 มิลลิลิตร เก็บใส่ขวดสีน้ำตาลไว้ใช้ต่อไป สารละลายนี้ถ้าเก็บไว้นาน และเปลี่ยนเป็นสีเหลืองแทนที่จะเป็นสีน้ำตาล ไม่ควรนำมาใช้

3. Acetone-alcohol solution

ผสมเอธิลแอลกอฮอล์ 95% กับ acetone ในปริมาณที่เท่าๆ กัน

4. Safranin solution

ละลาย safranin 2.5 กรัม ในเอธิลแอลกอฮอล์ (95%) 100 มิลลิลิตร (เป็น stock solution) นำสารละลายนี้มา 10 มิลลิลิตร เติมลงในน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร เพื่อเป็นสารละลายที่จะใช้งาน

เพื่อความสะดวกในการใช้งาน บรรจุสารละลายทั้ง 4 นี้ในขวดสำหรับหยด หรือขวดที่มีหลอดสำหรับหยด

วิธีย้อม (Staining procedure)

ก่อนย้อมควรล้างสไลด์ ให้สะอาดเสียก่อน ถ้าสไลด์ไม่สะอาดพอ แบคทีเรียที่เกลี่ย(smear) และทำให้ติด (fix) ไว้อาจหลุดออกในระหว่างขั้นต่างๆ ของการย้อมได้ ล้างสไลด์ด้วยสารซักฟอกแล้วล้างออกให้หมด แช่ในเอธิลแอลกอฮอล์ 95% แล้วเช็ดให้แห้ง หรือเผาเอธิลแอลกอฮอล์ให้ไหม้หมดไปจนแห้ง แล้วปล่อยให้เย็น

1. การเกลี่ย หยดน้ำกลั่น 1 หยด ลงบนสไลด์ ใช้ loop ลนเปลวไฟจนร้อนแดง และทำให้เย็นลงโดยส่ายไปมาในอากาศ แตะโคโลนีแบคทีเรียในจานเพาะเชื้อที่จัดไว้มาเล็กน้อย เกลี่ยไปมาในหยดน้ำบนสไลด์จนขุ่นจางๆ สม่ำเสมอกัน และแผ่ให้เป็นฟิล์มบางๆ กระจายออกไปเป็นพื้นที่ประมาณ 1 ตารางเซ็นติเมตร เพื่อเป็นการประหยัดเวลาสไลด์ 1 แผ่น อาจย้อมได้ 2-3 ตัวอย่าง โดยเกลี่ยบนผิวสไลด์ให้ห่างกันพอควร และทำเครื่องหมายของแต่ละตัวอย่างไว้

2. การทำให้ติด ปล่อยสไลด์ไว้เฉยๆ จนฟิล์มที่เกลี่ยไว้แห้ง (air dry) หรือใช้ นิ้วจับขอบปลายด้านหนึ่งของสไลด์แล้วลนสไลด์ผ่านเปลวไฟจากตะเกียงแอลกอฮอล์เร็วๆ 2-3 ครั้ง พออุ่นๆ ปล่อยให้แห้ง และเย็นตัวลง (heat fix) ในขั้นนี้แบคทีเรียที่เกลี่ยไว้เป็นฟิล์มบางๆ จะเกาะติดกับสไลด์

3. การย้อมขั้นต้น (primary stain) หยด ammonium oxalate-crystal violet ลงไปจนท่วมบริเวณที่เกลี่ยไว้ ทิ้งไว้นาน 1 นาที แล้วล้างออก โดยใช้นิ้วจับขอบปลายด้านหนึ่งของสไลด์เอียง 45 องศา ปล่อยให้กระแสน้ำจากก๊อกประปาซึ่งไหลอ่อนๆ ชะผ่าน จนไม่มีสีไหลออกมาอีก

4. การทำให้สีติดแน่น (mordant) หยด Lugol's iodine จนท่วมบริเวณที่เกลี่ย ไว้ ทิ้งไว้นาน 1 นาที แล้วล้างออกเช่นเดียวกับในข้อ 3

5. การขจัดสี (decolorize) จับสไลด์เอียงดังการล้าง แล้วหยด acetone-alcohol ลงไปเหนือบริเวณที่เกลี่ยไว้เรื่อยๆ ปล่อยให้สีถูกชะล้างลงมาทางปลายล่างของสไลด์จนไม่มีสีถูกชะออกมาอีก ใช้เวลานาน 15-30 วินาที ล้างด้วยน้ำอีกครั้ง

6. การย้อมสีตัดกัน (counterstain) หยด safranin ให้ท่วม ทิ้งไว้นาน 15-30 วินาที แล้วล้างครั้งสุดท้าย ซับด้วยกระดาษซับเบาๆ ทั้งด้านหน้า และด้านหลังสไลด์ โดยสอดสไลด์เข้าไประหว่างแผ่นกระดาษซับซึ่งเย็บเป็นเล่ม (bibulous paper) จนแห้ง หยดimmersion oil ลงบริเวณที่เกลี่ยไว้แล้วส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ โดยใช้ oil immersionobjective lens

การรายงานผล

แบคทีเรียที่ย้อมติดสีน้ำเงิน หรือสีม่วงของ crystal violet เป็นแบคทีเรียชนิดแกรมบวก (gram positive) ที่ติดสีแดงของ safranin เป็นแบคทีเรียชนิดแกรมลบ (gramnegative)

ภาคผนวก ง

การแยกแบคทีเรียพันธุ์บริสุทธิ์ (pure culture) ด้วยวิธี Streak plate

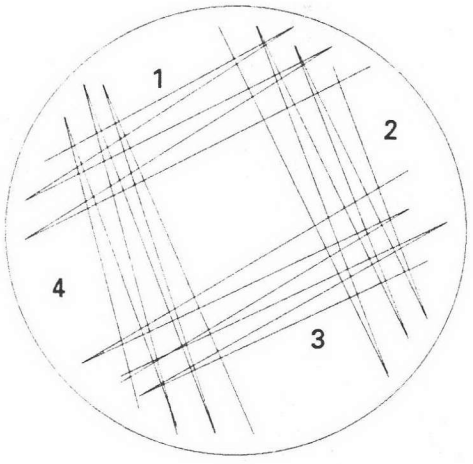
เครื่องมือ และวัสดุ

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

วิธีปฏิบัติ

1. ให้ลนไฟ loop จนร้อนแดง ทิ้งให้เย็น แง้มฝาจานแตะโคโลนีที่ต้องการมาเล็กน้อย แล้ว streak บนผิวของ EMB agar

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



3. รีบปิดฝาจาน เขียนเครื่องหมายบนฝาจาน คว่ำจานแล้วนำเข้าบ่มในตู้บ่ม (incubator) ที่ 35 องศา นาน 24 ชั่วโมง

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

ภาคผนวก จ

ข้อมูลจากการทดลอง

ตารางแสดงจำนวนชุดการทดลอง

ขนาดรูเมมเบรน (ไมครอน)	ตัวอย่างน้ำ	จำนวนชุดการทดลองที่อัตรากรอง (ลิตร/นาที) ต่างๆกัน					
		0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	1.5
0.1	น้ำประปาเติมโคลิฟาจ	4	4	4	4	4	4
	น้ำประปาเติมความขุ่น 20 เอ็นทียู	1	1	1	1	1	1
	น้ำประปาเติมโคลิฟาจ และ ความขุ่น 20 เอ็นทียู	3	-	-	-	-	-
0.03	น้ำประปาเติมโคลิฟาจ	1	1	4	4	4	4
	น้ำประปาเติมความขุ่น 20 เอ็นทียู	-	-	1	1	1	1

ตารางแสดงลำดับชุดการทดลอง

การทดลองชุดที่	ขนาดรูเมมเบรน (ไมครอน)	ตัวอย่างน้ำ	อัตรากรอง (ลิตร/นาที)
1-4	0.1	น้ำประปาเติมโคลิฟาจ	0.2
5-8			0.4
9-12			0.6
13-16			0.8
17-20			1.0
21-24			1.5
25	0.1	น้ำประปาเติมความขุ่นสังเคราะห์	0.2
26		20 เอ็นทียู	0.4
27			0.6
28			0.8
29			1.0
30			1.5
31	0.1	น้ำประปาเติมโคลิฟาจ และ	0.2
32		ความขุ่นสังเคราะห์ 20 เอ็นทียู	0.2
33			0.2
34	0.03	น้ำประปาเติมโคลิฟาจ	0.2
35			0.4
36-39			0.6
40-43			0.8
44-47			1.0
48-51			1.5
52	0.03	น้ำประปาเติมความขุ่นสังเคราะห์	0.6
53		20 เอ็นทียู	0.8
54			1.0
55			1.5

ผลการทดลองชุดที่ 1 และ 2 โดยใช้เมมเบรนขนาด 0.1 ไมครอน ตัวอย่างน้ำ คือ น้ำประปาเติมโคลิฟาจ
อัตราการกรอง 0.2 ลิตร/นาที

วันที่ (ชุดที่)	เวลากรอง (นาที)	ความดัน (บาร์)	ความเข้มข้นของโคลิฟาจ (พีเอฟยู/มิลลิลิตร)		ความขุ่น (เอ็นทียู)	
			น้ำเข้า	น้ำกรอง	น้ำเข้า	น้ำกรอง
15/9/37	0	0.05	2.2×10^7		2.5	0.3
(1)	210	0.1		360		
	360	0.15				
	510	0.2				
	600	0.3				
	640	0.4				
	680	0.5		430		
	730	0.6				
	800	0.7				
	820	0.8				
	860	0.9				
	885	1.0		180		
17/9/37	0	0.1	1.5×10^7		2.0	0.25
(2)	60	0.15				
	270	0.2		140		
	500	0.3				
	545	0.4		180		
	640	0.5				
	690	0.6				
	710	0.7		180		
	750	0.8				
	780	0.9		220		
	840	1.0				

ผลการทดลองชุดที่ 3 และ 4 โดยใช้เมมเบรนขนาด 0.1 ไมครอน ตัวอย่างน้ำ คือ น้ำประปาเติมโคลิฟาจ อัตราการกรอง 0.2 ลิตร/นาที

วันที่ (ชุดที่)	เวลากรอง (นาที)	ความดัน (บาร์)	ความเข้มข้นของโคลิฟาจ (พีเอฟยู/มิลลิลิตร)		ความขุ่น (เอ็นทียู)	
			น้ำเข้า	น้ำกรอง	น้ำเข้า	น้ำกรอง
20/9/37	0	0.2	$1.8x10^{7}$		2.5	0.5
(3)	90	0.25		$1.1x10^{3}$		
	200	0.3				
	340	0.35				
	360	0.4		560		
	440	0.5				
	480	0.6				
	540	0.7				
	630	0.9		460		
	670	1.0				
23/9/37	0	0.2	$1.3x10^{7}$		3.0	0.5
(4)	195	0.3		$2.2x10^{3}$		
	345	0.4				
	410	0.5		800		
	450	0.6				
	510	0.7		700		
	555	0.9				
	640	1.0		540		

ผลการทดลองชุดที่ 5 และ 6 โดยใช้เมมเบรนขนาด 0.1 ไมครอน ตัวอย่างน้ำ คือ น้ำประปาเติมโคลิฟาจ อัตราการกรอง 0.4 ลิตร/นาที

วันที่ (ชุดที่)	เวลากรอง (นาที)	ความดัน (บาร์)	ความเข้มข้นของโคลิฟาจ (พีเอฟยู/มิลลิลิตร)		ความขุ่น (เอ็นทียู)	
			น้ำเข้า	น้ำกรอง	น้ำเข้า	น้ำกรอง
16/8/94	0	0.1	1.4×10^{7}		3.5	0.5
(5)	135	0.2		17		
	250	0.3				
	310	0.4		19		
	360	0.5				
	400	0.6				
	430	0.7		15		
	465	0.8				
	490	0.9				
	520	1.0		48		
18/8/37	0	0.2	1.0×10^{7}		2.5	0.4
(6)	210	0.3		120		
	270	0.4				
	310	0.5				
	345	0.6				
	380	0.7		116		
	420	0.8				
	465	0.9				
	490	1.0		160		

ผลการทดลองชุดที่ 7 และ 8 โดยใช้เมมเบรนขนาด 0.1 ไมครอน ตัวอย่างน้ำ คือ น้ำประปาเติมโคลิฟาจ อัตราการกรอง 0.4 ลิตร/นาที

วันที่ (ชุดที่)	เวลากรอง (นาที)	ความดัน (บาร์)	ความเข้มข้นของโคลิฟาจ (พีเอฟยู/มิลลิลิตร)		ความขุ่น (เอ็นทียู)	
			น้ำเข้า	น้ำกรอง	น้ำเข้า	น้ำกรอง
23/8/37	0	0.2	7.8×10^6		8	1.1
(7)	95	0.3		40		
	180	0.4				
	240	0.5				
	300	0.6		60		
	335	0.7				
	370	0.8				
	400	0.9				
	430	1.0		74		
25/8/37	0	0.3	1.3×10^7		3.5	0.35
(8)	75	0.35		200		
	125	0.4				
	180	0.5				
	250	0.6		110		
	325	0.7				
	360	0.8				
	370	0.9				
	400	1.0		125		

ผลการทดลองชุดที่ 9 และ 10 โดยใช้เมมเบรนขนาด 0.1 ไมครอน ตัวอย่างน้ำ คือ น้ำประปาเติมโคลิฟาจ อัตราการกรอง 0.6 ลิตร/นาที

วันที่ (ชุดที่)	เวลากรอง (นาที)	ความดัน (บาร์)	ความเข้มข้นของโคลิฟาจ (พีเอฟยู/มิลลิลิตร)		ความขุ่น (เอ็นทียู)	
			น้ำเข้า	น้ำกรอง	น้ำเข้า	น้ำกรอง
3/8/37	0	0.2	2.6×10^{6}		2.5	0.3
(9)	120	0.3		120		
	180	0.35				
	210	0.4				
	240	0.48		300		
	270	0.6				
	300	0.8				
	325	1.0		860		
	360	1.3				
6/8/37	0	0.3	1.2×10^{7}		2.0	0.3
(10)	70	0.4		210		
	130	0.5				
	170	0.6				
	220	0.7		330		
	240	0.8				
	260	0.9				
	280	1.1		140		

ผลการทดลองชุดที่ 11 และ 12 โดยใช้เมมเบรนขนาด 0.1 ไมครอน ตัวอย่างน้ำ คือ น้ำประปาเติมโคลิฟาจ อัตราการกรอง 0.6 ลิตร/นาที

วันที่ (ชุดที่)	เวลากรอง (นาที)	ความดัน (บาร์)	ความเข้มข้นของโคลิฟาจ (พีเอฟยู/มิลลิลิตร)		ความขุ่น (เอ็นทียู)	
			น้ำเข้า	น้ำกรอง	น้ำเข้า	น้ำกรอง
9/8/37	0	0.4	1.6×10^{7}		2.5	0.2
(11)	45	0.5		320		
	80	0.6				
	120	0.7				
	170	0.8		170		
	195	0.9				
	220	1.0		200		
10/8/37	0	0.45	4.2×10^{6}		2.5	0.5
(12)	25	0.5		50		
	60	0.6				
	100	0.7				
	130	0.8		80		
	160	0.9				
	180	1.0		40		

ผลการทดลองชุดที่ 13 และ 14 โดยใช้เมมเบรนขนาด 0.1 ไมครอน ตัวอย่างน้ำ คือ น้ำประปาเติมโคลิฟาจ อัตราการกรอง 0.8 ลิตร/นาที

วันที่ (ชุดที่)	เวลากรอง (นาที)	ความดัน (บาร์)	ความเข้มข้นของโคลิฟาจ (พีเอฟยู/มิลลิลิตร)		ความขุ่น (เอ็นทียู)	
			น้ำเข้า	น้ำกรอง	น้ำเข้า	น้ำกรอง
7/7/37	0	0.35	2.6×10^{7}		2.5	0.5
(13)	60	0.4		4.6×10^{3}		
	120	0.45				
	180	0.5				
	240	0.62				
	300	0.95				
	315	1.2		3.8×10^{3}		
14/7/37	0	0.4	7.8×10^{6}		1.5	0.3
(14)	15	0.45				
	30	0.48		60		
	60	0.5				
	90	0.55				
	120	0.6				
	150	0.65				
	180	0.8		40		
	195	0.9				
	210	0.95				
	215	1.0		20		
	225	1.1				
	240	1.2				

ผลการทดลองชุดที่ 15 และ 16 โดยใช้เมมเบรนขนาด 0.1 ไมครอน ตัวอย่างน้ำ คือ น้ำประปาเติมโคลิฟาจ อัตราการกรอง 0.8 ลิตร/นาที

วันที่ (ชุดที่)	เวลากรอง (นาที)	ความดัน (บาร์)	ความเข้มข้นของโคลิฟาจ (พีเอฟยู/มิลลิลิตร)		ความขุ่น (เอ็นทียู)	
			น้ำเข้า	น้ำกรอง	น้ำเข้า	น้ำกรอง
16/7/37	0	0.55	1.8×10^{7}		2.3	0.3
(15)	20	0.6		170		
	60	0.68				
	90	0.71				
	120	0.78		700		
	150	0.9				
	180	1.0				
	210	1.2		680		
18/7/37	0	0.6	4.0×10^{7}		3.0	0.5
(16)	60	0.7		2.0×10^{3}		
	90	0.8				
	120	0.9				
	150	1.0		1.6×10^{3}		
	190	1.1				
	200	1.2		4.0×10^{3}		

ผลการทดลองชุดที่ 17-20 โดยใช้เมมเบรนขนาด 0.1 ไมครอน ตัวอย่างน้ำ คือ น้ำประปาเติมโคลิฟาจ อัตราการกรอง 1.0 ลิตร/นาที

วันที่ (ชุดที่)	เวลากรอง (นาที)	ความดัน (บาร์)	ความเข้มข้นของโคลิฟาจ (พีเอฟยู/มิลลิลิตร)		ความขุ่น (เอ็นทียู)	
			น้ำเข้า	น้ำกรอง	น้ำเข้า	น้ำกรอง
8/9/37	0	0.52	$1.8x10^7$		2.5	0.3
(17)	5	0.6		12		
	25	0.7				
	40	0.8		10		
	60	0.9				
	75	1.0		15		
8/9/37	0	0.6	$1.8x10^7$		2.5	0.3
(18)	20	0.7		10		
	45	0.8				
	65	0.9		14		
	70	1.0				
8/9/37	0	0.65	$1.3x10^7$		2.0	0.3
(19)	10	0.7		15		
	35	0.8				
	55	0.9		16		
	65	1.0				
8/9/37	0	0.7	$1.3x10^7$		2.0	0.3
(20)	25	0.8				
	40	0.9		16		
	55	1.0				

ผลการทดลองชุดที่ 21 และ 22 โดยใช้เมมเบรนขนาด 0.1 ไมครอน ตัวอย่างน้ำ คือ น้ำประปาเติมโคลิฟาจ อัตราการกรอง 1.5 ลิตร/นาที

วันที่ (ชุดที่)	เวลากรอง (นาที)	ความดัน (บาร์)	ความเข้มข้นของโคลิฟาจ (พีเอฟยู/มิลลิลิตร)		ความขุ่น (เอ็นทียู)	
			น้ำเข้า	น้ำกรอง	น้ำเข้า	น้ำกรอง
11/10/37	0	0.75	2.3×10^{7}		3.0	0.22
(21)	15	1.0				
	25	1.1				
	35	1.2		40		
	50	1.3				
	55	1.4				
	75	1.5		20		
	85	1.6				
	100	1.7				
	110	1.8		20		
	120	1.9				
	125	2.0				
13/10/37	0	0.95	1.3×10^{7}		1.2	0.3
(22)	15	1.1				
	30	1.2		92		
	35	1.3				
	50	1.4				
	60	1.5		48		
	80	1.6				
	90	1.7				
	100	1.8		30		
	110	1.9				
	115	2.0				

ผลการทดลองชุดที่ 23 และ 24 โดยใช้เมมเบรนขนาด 0.1 ไมครอน ตัวอย่างน้ำ คือ น้ำประปาเติมโคลิฟาจ อัตราการกรอง 1.5 ลิตร/นาที

วันที่ (ชุดที่)	เวลากรอง (นาที)	ความดัน (บาร์)	ความเข้มข้นของโคลิฟาจ (พีเอฟยู/มิลลิลิตร)		ความขุ่น (เอ็นทียู)	
			น้ำเข้า	น้ำกรอง	น้ำเข้า	น้ำกรอง
19/10/37	0	1.05	$1.1x10^7$		3.0	0.25
(23)	5	1.1				
	15	1.2		298		
	30	1.3				
	40	1.4				
	50	1.5		114		
	60	1.6				
	75	1.7				
	80	1.8		98		
	90	1.9				
	105	2.0				
21/10/37	0	1.1	$1.6x10^7$		1.5	0.6
(24)	10	1.2				
	15	1.3		180		
	28	1.4				
	36	1.5				
	45	1.6		90		
	55	1.7				
	65	1.8				
	75	1.9		80		
	90	2.0				

ผลการทดลองชุดที่ 25 โดยใช้เมมเบรนขนาด 0.1 ไมครอน

ตัวอย่างน้ำ คือ น้ำประปาเติมความขุ่นสังเคราะห์ 20 เอ็นทียู

อัตรากรอง 0.2 ลิตร/นาที

วันที่ (ชุดที่)	เวลากรอง (นาที)	ความดัน (บาร์)	ความขุ่น (เอ็นทียู)	
			น้ำเข้า	น้ำกรอง
11-16/11/37	0	0.05	26	0.3
(25)	1380	0.1	24	0.4
	4320	0.2	25	0.3
	5760	0.3	27	0.25
	5980	0.4	25	0.4
	6250	0.45		
	7120	0.7	25	0.4
	7200	0.8		
	7380	0.9	25	0.3
	7500	1.0		

ผลการทดลองชุดที่ 26 โดยใช้เมมเบรนขนาด 0.1 ไมครอน

ตัวอย่างน้ำ คือ น้ำประปาเติมความขุ่นสังเคราะห์ 20 เอ็นทียู

อัตรากรอง 0.4 ลิตร/นาที

วันที่ (ชุดที่)	เวลากรอง (นาที)	ความดัน (บาร์)	ความขุ่น (เอ็นทียู)	
			น้ำเข้า	น้ำกรอง
22-23/11/37	0	0.15	26	
(26)	150	0.2		0.25
	1290	0.55	27	0.35
	1335	0.6		
	1425	0.7	27	0.5
	1590	0.8		
	1680	0.9		0.4
	1710	1.0		0.35

ผลการทดลองชุดที่ 27 โดยใช้เมมเบรนขนาด 0.1 ไมครอน

ตัวอย่างน้ำ คือ น้ำประปาเติมความขุ่นสังเคราะห์ 20 เอ็นทียู

อัตรากรอง 0.6 ลิตร/นาที

วันที่ (ชุดที่)	เวลากรอง (นาที)	ความดัน (บาร์)	ความขุ่น (เอ็นทียู)	
			น้ำเข้า	น้ำกรอง
23-24/11/37	0	0.25	25	
(27)	50	0.3		0.4
	170	0.4		
	980	0.5	22	
	1100	0.6		0.35
	1160	0.7		
	1250	0.8		0.5
	1325	0.9		
	1340	1.0		0.4

ผลการทดลองชุดที่ 28 โดยใช้เมมเบรนขนาด 0.1 ไมครอน

ตัวอย่างน้ำ คือ น้ำประปาเติมความขุ่นสังเคราะห์ 20 เอ็นทียู

อัตรากรอง 0.8 ลิตร/นาที

วันที่ (ชุดที่)	เวลากรอง (นาที)	ความดัน (บาร์)	ความขุ่น (เอ็นทียู)	
			น้ำเข้า	น้ำกรอง
17/11/37	0	0.5	23	
(28)	80	0.6		0.4
	175	0.7		0.4
	225	0.8	20	
	240	0.9		0.5
	280	1.0		0.5

ผลการทดลองชุดที่ 29 โดยใช้เมมเบรนขนาด 0.1 ไมครอน

ตัวอย่างน้ำ คือ น้ำประปาเติมความขุ่นสังเคราะห์ 20 เอ็นทียู

อัตรากรอง 1.0 ลิตร/นาที

วันที่ (ชุดที่)	เวลากรอง (นาที)	ความดัน (บาร์)	ความขุ่น (เอ็นทียู)	
			น้ำเข้า	น้ำกรอง
25/11/37	0	0.7	20	
(29)	60	0.9		0.2
	90	1.0		
	115	1.1		0.2
	135	1.2		
	170	1.4		
	185	1.5		0.25
	210	1.6		
	230	1.7		
	240	1.8		0.2
	245	1.9		
	250	2.0		0.3

ผลการทดลองชุดที่ 30 โดยใช้เมมเบรนขนาด 0.1 ไมครอน

ตัวอย่างน้ำ คือ น้ำประปาเติมความขุ่นสังเคราะห์ 20 เอ็นทียู

อัตรากรอง 1.5 ลิตร/นาที

วันที่ (ชุดที่)	เวลากรอง (นาที)	ความดัน (บาร์)	ความขุ่น (เอ็นทียู)	
			น้ำเข้า	น้ำกรอง
19/11/37	0	1.1	20	
(30)	10	1.2		0.2
	20	1.4		
	30	1.5		0.2
	35	1.6		
	40	1.7		0.2
	45	1.8		
	50	1.9		0.2
	55	2.0		

ผลการทดลองชุดที่ 31 และ 32 โดยใช้เมมเบรนขนาด 0.1 ไมครอน

ตัวอย่างน้ำ คือ น้ำประปาเติมโคลิฟาจ และความขุ่นสังเคราะห์ 20 เอ็นทียู

อัตรากรอง 0.2 ลิตร/นาที

วันที่ (ชุดที่)	เวลากรอง (นาที)	ความดัน (บาร์)	ความเข้มข้นของโคลิฟาจ (พีเอฟยู/มิลลิลิตร)		ความขุ่น (เอ็นทียู)	
			น้ำเข้า	น้ำกรอง	น้ำเข้า	น้ำกรอง
12/12/37	0	0.05	$2.5x10^6$		21	
(31)	30	0.05		860		0.25
	40	0.05		180		0.25
	50	0.05		ตรวจไม่พบ		0.25
	60	0.05		ตรวจไม่พบ		0.2
	510	0.05				0.25
	570	0.1				
	620	0.2				0.2
	700	0.3				
	850	0.4				
	980	0.5				0.3
	1080	0.6				
	1150	0.7				
	1275	0.8				0.2
	1290	0.9				
	1320	1.1				
	1325	1.2				0.2
	1330	1.3				
	1335	1.4				
	1345	1.5				
13/12/37	0	0.05	$3x10^6$		20	
(32)	30			910		0.2
	40			120		0.25
	45			ตรวจไม่พบ		0.3
	50			ตรวจไม่พบ		0.2
	60			ตรวจไม่พบ		0.25

ผลการทดลองชุดที่ 33 โดยใช้เมมเบรนขนาด 0.1 ไมครอน

ตัวอย่างน้ำ คือ น้ำประปาเติมโคลิฟาจ และความขุ่นสังเคราะห์ 20 เอ็นทียู

อัตรากรอง 0.2 ลิตรนาที

วันที่ (ชุดที่)	เวลากรอง (นาที)	ความดัน (บาร์)	ความเข้มข้นของโคลิฟาจ (พีเอฟยู/มิลลิลิตร)		ความขุ่น (เอ็นทียู)	
			น้ำเข้า	น้ำกรอง	น้ำเข้า	น้ำกรอง
14/12/37	0	0.05	2.2×10^6		25	
(33)	30			720		0.3
	40			200		0.3
	45			ตรวจไม่พบ		0.2
	50			ตรวจไม่พบ		0.25
	60			ตรวจไม่พบ		0.25

ผลการทดลองชุดที่ 34 โดยใช้เมมเบรนขนาด 0.03 ไมครอน

ตัวอย่างน้ำ คือ น้ำประปาเติมโคลิฟาจ

อัตรากรอง 0.2 ลิตร/นาที

วันที่ (ชุดที่)	เวลากรอง (นาที)	ความดัน (บาร์)	ความเข้มข้นของโคลิฟาจ (พีเอฟยู/มิลลิลิตร)		ความขุ่น (เอ็นทียู)	
			น้ำเข้า	น้ำกรอง	น้ำเข้า	น้ำกรอง
13/8/37	0	0.1	$3.0x10^6$		3.0	
(34)	500	0.2		ตรวจไม่พบ		0.3
	570	0.3				
	650	0.4		ตรวจไม่พบ		0.25
	700	0.5				
	720	0.6				
	770	0.7		ตรวจไม่พบ		0.3
	800	0.8				
	830	0.9		ตรวจไม่พบ		0.20
	840	1.0				

ผลการทดลองชุดที่ 35 โดยใช้เมมเบรนขนาด 0.03 ไมครอน

ตัวอย่างน้ำ คือ น้ำประปาเติมโคลิฟาจ

อัตรากรอง 0.4 ลิตร/นาที

วันที่ (ชุดที่)	เวลากรอง (นาที)	ความดัน (บาร์)	ความเข้มข้นของโคลิฟาจ (พีเอฟยู/มิลลิลิตร)		ความขุ่น (เอ็นทียู)	
			น้ำเข้า	น้ำกรอง	น้ำเข้า	น้ำกรอง
1/9/37	0	0.2	$1.1x10^7$		2.5	
(35)	100	0.3		ตรวจไม่พบ		0.5
	160	0.4				
	200	0.5				
	245	0.6		ตรวจไม่พบ		0.5
	270	0.7				
	320	0.9				
	335	1.0		ตรวจไม่พบ		0.5

ผลการทดลองชุดที่ 36-39 โดยใช้เมมเบรนขนาด 0.03 ไมครอน ตัวอย่างน้ำ คือ น้ำประปาเติมโคลิฟาจ
อัตราการกรอง 0.6 ลิตร/นาที

วันที่ (ชุดที่)	เวลากรอง (นาที)	ความดัน (บาร์)	ความเข้มข้นของโคลิฟาจ (พีเอฟยู/มิลลิลิตร)		ความขุ่น (เอ็นทียู)	
			น้ำเข้า	น้ำกรอง	น้ำเข้า	น้ำกรอง
13/9/37	0	0.3	4.0×10^{6}		2.0	0.3
(36)	95	0.4		ตรวจไม่พบ		
	185	0.5				
	220	0.6				
	245	0.7		ตรวจไม่พบ		
	265	0.8				
	300	0.9				
	320	1.0		ตรวจไม่พบ		
15/9/37	0	0.35	2.2×10^{7}		2.5	0.3
(37)	70	0.4		ตรวจไม่พบ		
	125	0.5				
	145	0.6				
	160	0.7		ตรวจไม่พบ		
	175	0.8				
	210	0.9				
	225	1.0		ตรวจไม่พบ		
17/9/37	0	0.4	1.5×10^{7}	ตรวจไม่พบ	2.0	0.25
(38)	30	0.5				
	60	0.6				
	80	0.7		ตรวจไม่พบ		
	120	0.8				
	140	0.9				
	155	1.0		ตรวจไม่พบ		
17/9/37	0	0.5	1.5×10^{7}		2.0	0.25
(39)	35	0.6		ตรวจไม่พบ		
	55	0.7				
	90	0.8				
	115	0.9		ตรวจไม่พบ		
	130	1.0				

ผลการทดลองชุดที่ 40-43 โดยใช้เมมเบรนขนาด 0.03 ไมครอน ตัวอย่างน้ำ คือ น้ำประปาเติมโคลิฟาจ อัตราการกรอง 0.8 ลิตร/นาที

วันที่ (ชุดที่)	เวลากรอง (นาที)	ความดัน (บาร์)	ความเข้มข้นของโคลิฟาจ (พีเอฟยู/มิลลิลิตร)		ความขุ่น (เอ็นทียู)	
			น้ำเข้า	น้ำกรอง	น้ำเข้า	น้ำกรอง
26/8/37 (40)	0	0.5	8.0×10^{6}		2.5	0.25
	60	0.6		ตรวจไม่พบ		
	165	0.7				
	245	0.8				
	275	0.9		ตรวจไม่พบ		
	300	1.0				
	315	1.1				
	325	1.2		ตรวจไม่พบ		
28/8/37 (41)	0	0.6	1.0×10^{7}		2.5	0.3
	60	0.7		ตรวจไม่พบ		
	100	0.8				
	145	0.9		ตรวจไม่พบ		
	210	1.0				
	260	1.1				
	280	1.2		ตรวจไม่พบ		
30/8/37 (42)	0	0.7	1.4×10^{7}		2.0	0.3
	25	0.8		ตรวจไม่พบ		
	90	0.9				
	130	1.0		ตรวจไม่พบ		
	180	1.1				
	220	1.2		ตรวจไม่พบ		
1/9/37 (43)	0	0.8	1.1×10^{7}		2.5	0.4
	45	0.9		ตรวจไม่พบ		
	80	1.0				
	110	1.1				
	135	1.2		ตรวจไม่พบ		

ผลการทดลองชุดที่ 44-47 โดยใช้เมมเบรนขนาด 0.03 ไมครอน ตัวอย่างน้ำ คือ น้ำประปาเติมโคลิฟาจ อัตราการกรอง 1.0 ลิตร/นาที

วันที่ (ชุดที่)	เวลากรอง (นาที)	ความดัน (บาร์)	ความเข้มข้นของโคลิฟาจ (พีเอฟยู/มิลลิลิตร)		ความขุ่น (เอ็นทียู)	
			น้ำเข้า	น้ำกรอง	น้ำเข้า	น้ำกรอง
8/9/37 (44)	0	0.62	$1.8x10^7$		2.5	0.3
	15	0.7		ตรวจไม่พบ		
	45	0.8				
	70	0.9		ตรวจไม่พบ		
	90	1.0				
8/9/37 (45)	0	0.75	$1.8x10^7$		2.5	0.3
	5	0.8		ตรวจไม่พบ		
	40	0.9				
	60	1.0		ตรวจไม่พบ		
8/9/37 (46)	0	0.85	$1.3x10^7$		2.0	0.3
	20	0.9		ตรวจไม่พบ		
	55	1.0				
8/9/37 (47)	0	0.85	$1.3x10^7$		2.0	0.3
	15	0.9		ตรวจไม่พบ		
	50	1.0				

ผลการทดลองชุดที่ 48 และ 49 โดยใช้เมมเบรนขนาด 0.03 ไมครอน ตัวอย่างน้ำ คือ น้ำประปาเติมโคลิฟาจ อัตราการกรอง 1.5 ลิตร/นาที

วันที่ (ชุดที่)	เวลากรอง (นาที)	ความดัน (บาร์)	ความเข้มข้นของโคลิฟาจ (พีเอฟยู/มิลลิลิตร)		ความขุ่น (เอ็นทียู)	
			น้ำเข้า	น้ำกรอง	น้ำเข้า	น้ำกรอง
25/10/37	0	0.8	$8.2x10^6$		1.6	0.38
(48)	10	0.9		ตรวจไม่พบ		
	30	1.0				
	60	1.2				
	85	1.3		ตรวจไม่พบ		
	95	1.4				
	115	1.5				
	125	1.6		ตรวจไม่พบ		
	145	1.7				
	155	1.8				
	165	1.9		ตรวจไม่พบ		
	170	2.0				
25/10/37	0	0.9	$2.2x10^6$		1.6	0.3
(49)	15	1.0				
	40	1.1				
	50	1.2		ตรวจไม่พบ		
	65	1.3				
	85	1.4				
	105	1.5				
	120	1.6		ตรวจไม่พบ		
	135	1.7				
	145	1.8				
	155	1.9		ตรวจไม่พบ		
	165	2.0				

ผลการทดลองชุดที่ 50 และ 51 โดยใช้เมมเบรนขนาด 0.03 ไมครอน ตัวอย่างน้ำ คือ น้ำประปาเติมโคลิฟาจ อัตราการกรอง 1.5 ลิตร/นาที

วันที่ (ชุดที่)	เวลากรอง (นาที)	ความดัน (บาร์)	ความเข้มข้นของโคลิฟาจ (พีเอฟยู/มิลลิลิตร)		ความขุ่น (เอ็นทียู)	
			น้ำเข้า	น้ำกรอง	น้ำเข้า	น้ำกรอง
27/10/37	0	1.1	$7.5x10^6$		1.5	0.25
(50)	30	1.2				
	45	1.3		ตรวจไม่พบ		
	60	1.4				
	80	1.5				
	95	1.6		ตรวจไม่พบ		
	115	1.7				
	125	1.8				
	140	1.9		ตรวจไม่พบ		
	150	2.0				
27/10/37	0	1.25	$1.5x10^6$		1.5	0.25
(51)	10	1.3		ตรวจไม่พบ		
	40	1.4				
	50	1.5				
	65	1.6		ตรวจไม่พบ		
	75	1.7				
	90	1.8				
	105	1.9		ตรวจไม่พบ		
	110	2.0				

ผลการทดลองชุดที่ 52 โดยใช้เมมเบรนขนาด 0.03 ไมครอน

ตัวอย่างน้ำ คือ น้ำประปาเติมความขุ่นสังเคราะห์ 20 เอ็นทียู

อัตรากรอง 0.6 ลิตร/นาที

วันที่ (ชุดที่)	เวลากรอง (นาที)	ความดัน (บาร์)	ความขุ่น (เอ็นทียู)	
			น้ำเข้า	น้ำกรอง
11-12/11/37	0	0.4	22	
(52)	65	0.45		0.27
	160	0.5		0.25
	280	0.6	25	
	310	0.65		0.25
	475	0.7		0.20
	560	0.8	26	
	660	0.9		0.26
	720	1.0		0.20

ผลการทดลองชุดที่ 53 โดยใช้เมมเบรนขนาด 0.03 ไมครอน

ตัวอย่างน้ำ คือ น้ำประปาเติมความขุ่นสังเคราะห์ 20 เอ็นทียู

อัตรากรอง 0.8 ลิตร/นาที

วันที่ (ชุดที่)	เวลากรอง (นาที)	ความดัน (บาร์)	ความขุ่น (เอ็นทียู)	
			น้ำเข้า	น้ำกรอง
15/11/37	0	0.6	27	
(53)	20	0.7		0.27
	60	0.8		
	120	0.9		0.25
	165	1.0		

ผลการทดลองชุดที่ 54 โดยใช้เมมเบรนขนาด 0.03 ไมครอน

ตัวอย่างน้ำ คือ น้ำประปาเติมความขุ่นสังเคราะห์ 20 เอ็นทียู

อัตรากรอง 1.0 ลิตร/นาที

วันที่ (ชุดที่)	เวลากรอง (นาที)	ความดัน (บาร์)	ความขุ่น (เอ็นทียู)	
			น้ำเข้า	น้ำกรอง
19/11/37	0	0.7	23	
(54)	70	0.8		0.4
	90	0.9		
	135	1.0		0.25
	175	1.1		
	210	1.2		0.3
	250	1.3		
	270	1.4		0.4
	285	1.5		

ผลการทดลองชุดที่ 55 โดยใช้เมมเบรนขนาด 0.03 ไมครอน

ตัวอย่างน้ำ คือ น้ำประปาเติมความขุ่นสังเคราะห์ 20 เอ็นทียู

อัตรากรอง 1.5 ลิตร/นาที

วันที่ (ชุดที่)	เวลากรอง (นาที)	ความดัน (บาร์)	ความขุ่น (เอ็นทียู)	
			น้ำเข้า	น้ำกรอง
17/11/37	0	1.5	23	
(55)	15	1.6		0.3
	25	1.7		
	35	1.8		0.45
	45	2.0		

ผลการทดลองจากการตรวจนับจำนวนพลักเพื่อหาความเข้มข้นของโคลิฟาจ การทดลองชุดที่ 1 - 4

การทดลองชุดที่	ตัวอย่างน้ำ	จำนวนพลักที่นับได้ที่อัตราส่วนเจือจางที่ดีที่สุด			ความเข้มข้นของโคลิฟาจ (พีเอฟยู/มิลลิลิตร)
		1:1	1:10	$1:10^5$	
1	น้ำเข้า			110 115 120 110	$2.2x10^7$
	น้ำกรอง	180 185 190 175			360
			21 20 22 21		430
		90 95 85 90			180
2	น้ำเข้า			75 80 75 70	$1.5x10^7$
	น้ำกรอง	70 75 75 70			140
		95 95 80 90			180
		90 85 95 90			180
		110 120 110 110			220
3	น้ำเข้า			90 95 90 85	$1.8x10^7$
	น้ำกรอง		55 60 55 60		$1.1x10^3$
			28 30 25 30		560
			23 20 25 25		460
4	น้ำเข้า			65 60 70 65	$1.3x10^7$
	น้ำกรอง		37 35 44 44		$2.2x10^3$
			35 30 43 32		800
			27 22 32 27		700
					540

ผลการทดลองจากการตรวจนับจำนวนพลักเพื่อหาความเข้มข้นของโคลิฟาจ การทดลองชุดที่ 5 - 8

การทดลองชุดที่	ตัวอย่างน้ำ	จำนวนพลักที่นับได้ที่อัตราส่วนเจือจางที่ดีที่สุด		ความเข้มข้นของโคลิฟาจ (พีเอฟยู/มิลลิลิตร)
		1:1	$1:10^5$	
5	น้ำเข้า		65 70 74 71	$1.4x10^7$
	น้ำกรอง	8 9 12 5 9 10 8 11 7 8 10 5 22 26 24 24		
6	น้ำเข้า		43 57 45 55	$1.0x10^7$
	น้ำกรอง	53 67 62 58 52 64 50 66 70 90 83 77		
7	น้ำเข้า		35 43 40 38	$7.8x10^6$
	น้ำกรอง	18 22 25 15 32 28 30 30 37 37 35 39		
8	น้ำเข้า		64 66 62 68	$1.3x10^7$
	น้ำกรอง	80 120 95 105 58 52 60 50 63 62 60 65		

ผลการทดลองจากการตรวจนับจำนวนพลักเพื่อหาความเข้มข้นของโคลิฟาจ การทดลองชุดที่ 9 - 12

การทดลองชุดที่	ตัวอย่างน้ำ	จำนวนพลักที่นับได้ที่อัตราส่วนเจือจางที่ดีที่สุด				ความเข้มข้นของโคลิฟาจ (พีเอฟยู/มิลลิลิตร)
		1:1	1:10	$1:10^4$	$1:10^5$	
9	น้ำเข้า			120 140 132 128		$2.6x10^6$
	น้ำกรอง	54 66 68 52				120
		140 160 154 146				300
			40 46 44 42			860
10	น้ำเข้า				63 57 55 65	$1.2x10^7$
	น้ำกรอง	100 110 112 98				210
		162 168 159 171				330
		76 64 79 61				140
11	น้ำเข้า				82 78 74 86	$1.6x10^7$
	น้ำกรอง	164 156 157 163				320
		81 89 83 87				170
		94 106 112 88				200
12	น้ำเข้า				20 22 21 21	$4.2x10^6$
	น้ำกรอง	22 28 26 24				50
		38 42 44 36				80
		21 21 20 20				40

ผลการทดลองจากการตรวจนับจำนวนพลักเพื่อหาความเข้มข้นของโคลิฟาจ การทดลองชุดที่ 13 - 16

การทดลองชุดที่	ตัวอย่างน้ำ	จำนวนพลักที่นับได้ที่อัตราส่วนเจือจางที่ดีที่สุด					ความเข้มข้นของโคลิฟาจ (พีเอฟยู/มิลลิลิตร)
		1:1	1:10	$1:10^2$	$1:10^5$	$1:10^6$	
13	น้ำเข้า				115 145 128 132		2.6×10^7
	น้ำกรอง		185 195 188 192	21 25 22 24			4.6×10^3 3.8×10^3
14	น้ำเข้า				35 43 38 40		7.8×10^6
	น้ำกรอง	38 22 35 25 20 20 18 22 12 8 9 11					60 40 20
15	น้ำเข้า				85 95 87 93		1.8×10^7
	น้ำกรอง	82 88 86 84	30 40 37 33 31 37 33 35				170 700 680
16	น้ำเข้า					18 22 25 15	4.0×10^7
	น้ำกรอง		115 85 92 108 85 75 81 79	20 20 17 23			2.0×10^3 1.6×10^3 4.0×10^3

ผลการทดลองจากการตรวจนับจำนวนพลักเพื่อหาความเข้มข้นของโคลิฟาจ การทดลองชุดที่ 17 - 20

การทดลองชุดที่	ตัวอย่างน้ำ	จำนวนพลักที่นับได้ที่อัตราส่วนเจือจางที่ดีที่สุด		ความเข้มข้นของโคลิฟาจ (พีเอฟยู/มิลลิลิตร
		1:1	$1:10^5$	
17	น้ำเข้า		81 99 84 96	$1.8x10^7$
	น้ำกรอง	7 5 8 4		12
		5 5 7 3		10
		8 7 7 8		15
18	น้ำเข้า		81 99 84 96	$1.8x10^7$
	น้ำกรอง	6 4 5 5		10
		8 6 9 5		14
19	น้ำเข้า		62 68 64 66	$1.3x10^7$
	น้ำกรอง	8 7 9 6		15
		9 7 8 8		16
20	น้ำเข้า		62 68 64 66	$1.3x10^7$
	น้ำกรอง	7 9 9 7		16

ผลการทดลองจากการตรวจนับจำนวนพลักเพื่อหาความเข้มข้นของโคลิฟาจ การทดลองชุดที่ 21 - 24

การทดลองชุดที่	ตัวอย่างน้ำ	จำนวนพลักที่นับได้ที่อัตราส่วนเจือจางที่ดีที่สุด		ความเข้มข้นของโคลิฟาจ (พีเอฟยู/มิลลิลิตร)
		1:1	$1:10^{6}$	
21	น้ำเข้า		120 110 118 112	$2.3x10^{7}$
	น้ำกรอง	22 18 19 21		40
		9 11 12 8		20
		10 10 11 9		20
22	น้ำเข้า		60 70 67 63	$1.3x10^{7}$
	น้ำกรอง	41 51 43 49		92
		27 21 24 24		48
		14 16 17 13		30
23	น้ำเข้า		54 56 53 57	$1.1x10^{7}$
	น้ำกรอง	144 154 149 149		298
		54 60 62 52		114
		51 47 46 52		98
24	น้ำเข้า		84 76 78 82	$1.6x10^{7}$
	น้ำกรอง	87 93 91 89		180
		42 48 47 43		90
		36 44 45 35		80

ผลการทดลองจากการตรวจนับจำนวนพลักเพื่อหาความเข้มข้นของโคลิฟาจ การทดลองชุดที่ 31 - 33

การทดลองชุดที่	ตัวอย่างน้ำ	จำนวนพลักที่นับได้ที่อัตราส่วนเจือจางที่ดีที่สุด			ความเข้มข้นของโคลิฟาจ (พีเอฟยู/มิลลิลิตร)
		1:1	1:10	$1:10^4$	
31	น้ำเข้า			118 132 127 123	$2.5x10^6$
	น้ำกรอง	89 91 93 87 ตรวจไม่พบ	40 46 41 45		860 180 ตรวจไม่พบ
32	น้ำเข้า			141 159 153 147	$3.0x10^6$
	น้ำกรอง	67 53 58 62 ตรวจไม่พบ	46 45 41 50		910 120 ตรวจไม่พบ
33	น้ำเข้า			118 102 114 106	$2.2x10^6$
	น้ำกรอง	108 92 111 89 ตรวจไม่พบ	30 42 37 35		720 200 ตรวจไม่พบ

ผลการทดลองจากการตรวจนับจำนวนพลักเพื่อหาความเข้มข้นของโคลิฟาจ การทดลองชุดที่ 34 - 35

การทดลองชุดที่	ตัวอย่างน้ำ	จำนวนพลักที่นับได้ที่อัตราส่วนเจือจางที่ดีที่สุด		ความเข้มข้นของโคลิฟาจ (พีเอฟยู/มิลลิลิตร)
		1:1	$1:10^5$	
34	น้ำเข้า		17 13 15 15	$3.0x10^6$
	น้ำกรอง	ตรวจไม่พบ		ตรวจไม่พบ
35	น้ำเข้า		56 54 58 52	$1.1x10^7$
	น้ำกรอง	ตรวจไม่พบ		ตรวจไม่พบ

ผลการทดลองจากการตรวจนับจำนวนพลักเพื่อหาความเข้มข้นของโคลิฟาจ การทดลองชุดที่ 36 - 39

การทดลองชุดที่	ตัวอย่างน้ำ	จำนวนพลักที่นับได้ที่อัตราส่วนเจือจางที่ดีที่สุด		ความเข้มข้นของโคลิฟาจ (พีเอฟยู/มิลลิลิตร)
		1:1	$1:10^5$	
36	น้ำเข้า		19 21 20 20	$4.0x10^6$
	น้ำกรอง	ตรวจไม่พบ		ตรวจไม่พบ
37	น้ำเข้า		116 104 112 108	$2.2x10^7$
	น้ำกรอง	ตรวจไม่พบ		ตรวจไม่พบ
38	น้ำเข้า		74 76 80 70	$1.5x10^7$
	น้ำกรอง	ตรวจไม่พบ		ตรวจไม่พบ
39	น้ำเข้า		74 76 80 70	$1.5x10^7$
	น้ำกรอง	ตรวจไม่พบ		ตรวจไม่พบ

ผลการทดลองจากการตรวจนับจำนวนพลักเพื่อหาความเข้มข้นของโคลิฟาจ การทดลองชุดที่ 40 - 43

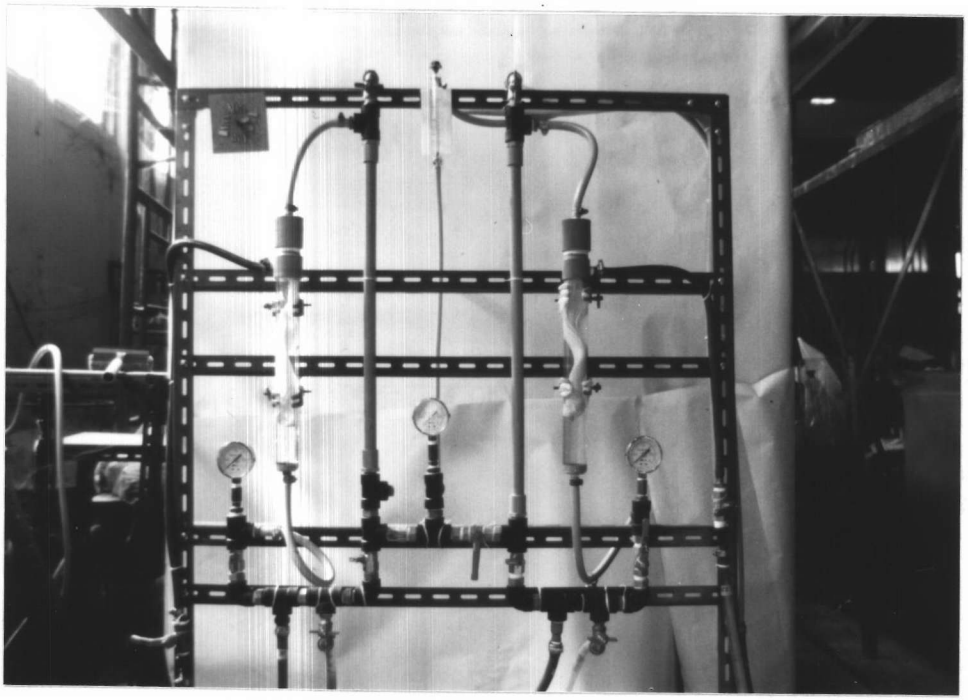
การทดลองชุดที่	ตัวอย่างน้ำ	จำนวนพลักที่นับได้ที่อัตราส่วนเจือจางที่ดีที่สุด		ความเข้มข้นของโคลิฟาจ (พีเอฟยู/มิลลิลิตร)
		1:1	$1:10^5$	
40	น้ำเข้า		44 36 42 38	$8.0x10^6$
	น้ำกรอง	ตรวจไม่พบ		ตรวจไม่พบ
41	น้ำเข้า		49 51 54 46	$1.0x10^7$
	น้ำกรอง	ตรวจไม่พบ		ตรวจไม่พบ
42	น้ำเข้า		67 73 78 62	$1.4x10^7$
	น้ำกรอง	ตรวจไม่พบ		ตรวจไม่พบ
43	น้ำเข้า		52 58 59 51	$1.1x10^7$
	น้ำกรอง	ตรวจไม่พบ		ตรวจไม่พบ

ผลการทดลองจากการตรวจนับจำนวนพลักเพื่อหาความเข้มข้นของโคลิฟาจ การทดลองชุดที่ 44 - 47

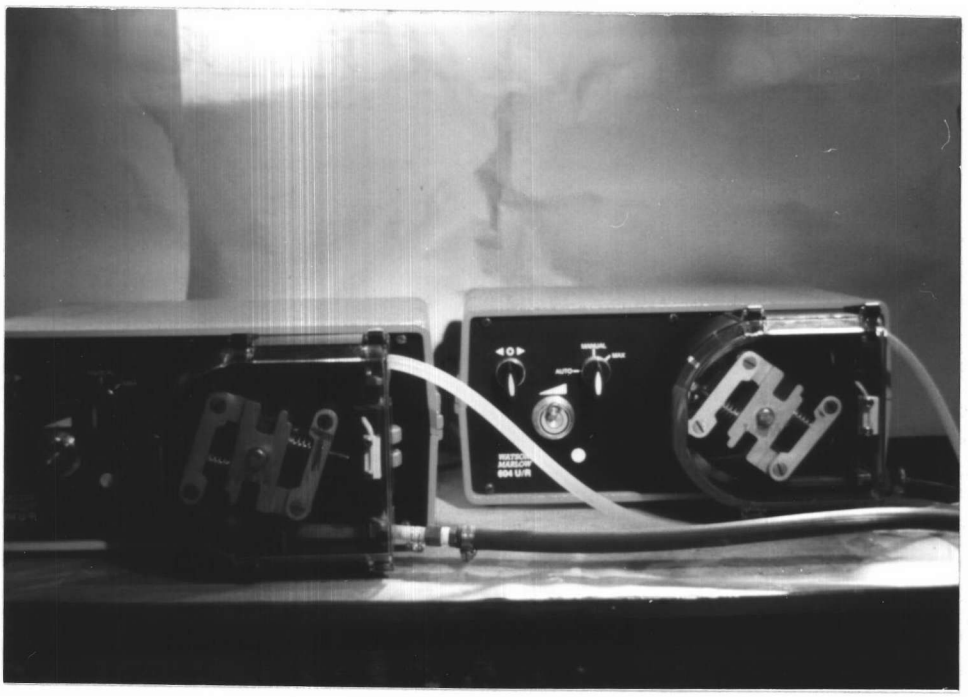
การทดลองชุดที่	ตัวอย่างน้ำ	จำนวนพลักที่นับได้ที่อัตราส่วนเจือจางที่ดีที่สุด		ความเข้มข้นของโคลิฟาจ (พีเอฟยู/มิลลิลิตร)
		1:1	$1:10^5$	
44	น้ำเข้า		86 94 91 89	$1.8x10^7$
	น้ำกรอง	ตรวจไม่พบ		ตรวจไม่พบ
45	น้ำเข้า		86 94 91 89	$1.8x10^7$
	น้ำกรอง	ตรวจไม่พบ		ตรวจไม่พบ
46	น้ำเข้า		62 68 64 66	$1.3x10^7$
	น้ำกรอง	ตรวจไม่พบ		ตรวจไม่พบ
47	น้ำเข้า		62 68 64 66	$1.3x10^7$
	น้ำกรอง	ตรวจไม่พบ		ตรวจไม่พบ

ผลการทดลองจากการตรวจนับจำนวนพลักเพื่อหาความเข้มข้นของโคลิฟาจ การทดลองชุดที่ 48 - 51

การทดลองชุดที่	ตัวอย่างน้ำ	จำนวนพลักที่นับได้ที่อัตราส่วนเจือจางที่ดีที่สุด			ความเข้มข้นของโคลิฟาจ (พีเอฟยู/มิลลิลิตร)
		1:1	$1:10^4$	$1:10^5$	
48	น้ำเข้า			39 43 45 37	$8.2x10^6$
	น้ำกรอง	ตรวจไม่พบ			ตรวจไม่พบ
49	น้ำเข้า			14 8 11 11	$2.2x10^6$
	น้ำกรอง	ตรวจไม่พบ			ตรวจไม่พบ
50	น้ำเข้า			37 38 32 43	$7.5x10^6$
	น้ำกรอง	ตรวจไม่พบ			ตรวจไม่พบ
51	น้ำเข้า		71 79 82 68		$1.5x10^6$
	น้ำกรอง	ตรวจไม่พบ			ตรวจไม่พบ



รูปที่ จ.1 แสดงอุปกรณ์การทดลอง



รูปที่ จ.2 แสดงเครื่องสูบน้ำแบบรีด ของ Watson Marlow

ภาคผนวก ฉ

การถดถอยสำหรับสองตัวแปรที่มีความสัมพันธ์เป็นเส้นโค้ง

การพยากรณ์โดยใช้เทคนิคของการถดถอยนั้น ปกติใช้ในกรณีที่ความสัมพันธ์ของตัวแปรตามกับตัวแปรอิสระเป็นเส้นตรง โดยที่ลักษณะของความสัมพันธ์ของตัวแปรมักจะอยู่ในลักษณะที่ไม่ใช่เส้นตรง . ในกรณีที่สงสัยว่าลักษณะของความสัมพันธ์จะมีรูปแบบที่แน่นอน เช่น เป็นเส้นโค้งแบบ exponential ก็อาจจะนำเอาวิธีการถดถอยมาใช้ในการวิเคราะห์ หาสมการถดถอยได้ โดยการแปลงลักษณะความสัมพันธ์ของตัวแปรให้อยู่ในรูปของเส้นตรงก่อน หลังจากการวิเคราะห์ หาสมการถดถอยในเชิงเส้นตรงได้แล้วจึงเปลี่ยนรูปความสัมพันธ์ ของตัวแปรกลับไปสู่รูปเดิม (ศิริจันทร์ ทองประเสริฐ และ จันทนา จันทโร, 2536)

จากกราฟรูปที่ 4.11-4.24 พบว่าลักษณะความสัมพันธ์ระหว่าง ความดัน และเวลากรองน่าจะเป็นเส้นโค้งแบบ exponential คือ

$$y = AB^{x} \qquad \text{(ฉ.1)}$$

โดยที่ y = ความดัน

x = เวลากรอง

จากสมการใส่ log ทั้งสองข้างจะได้

$$\log (y) = \log (A) + x\log (B) \qquad \text{(ฉ.2)}$$

สมมติให้ $z = \log (y)$

$a = \log (A)$

$b = \log (B)$

$z = a + bx$

จากความสัมพันธ์แบบเส้นโค้งก็จะเปลี่ยนมาอยู่ในรูปของเส้นตรง

จากข้อมูลการทดลองในภาคผนวก จ นำมาสร้างสมการถดถอยแสดงดังตารางที่ฉ.1 - ฉ.5

ตารางที่ ฉ.1 สมการถดถอยสำหรับเมมเบรนขนาด 0.1 ไมครอน ตัวอย่างน้ำ คือ น้ำประปาเติมโคลิฟาจ

การทดลองชุดที่	อัตรากรอง (ลิตร/นาที)	สมการถดถอย	ค่าสัมประสิทธิ์ของการตัดสินใจ (Determination Coefficient, R^2)	ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Standard Errors)
1	0.2	$y = (0.045)(1.228)^x$	0.9866	0.0503
2		$y = (0.104)(1.169)^x$	0.9737	0.0572
3		$y = (0.186)(1.155)^x$	0.9734	0.0407
4		$y = (0.184)(1.171)^x$	0.9777	0.0385
5	0.4	$y = (0.103)(1.302)^x$	0.9819	0.0454
6		$y = (0.174)(1.234)^x$	0.9776	0.0505
7		$y = (0.205)(1.247)^x$	0.9403	0.0825
8		$y = (0.286)(1.195)^x$	0.8940	0.1099
9	0.6	$y = (0.161)(1.367)^x$	0.9298	0.0743
10		$y = (0.295)(1.287)^x$	0.9942	0.0148
11		$y = (0.416)(1.272)^x$	0.9906	0.0151
12		$y = (0.452)(1.301)^x$	0.9987	0.0051
13	0.8	$y = (0.394)(1.289)^x$	0.9656	0.0312
14		$y = (0.310)(1.242)^x$	0.8985	0.0694
15		$y = (0.542)(1.232)^x$	0.9778	0.0184
16		$y = (0.589)(1.230)^x$	0.9914	0.0110
17	1.0	$y = (0.598)(1.400)^x$	0.9361	0.0370
18		$y = (0.602)(1.496)^x$	0.9805	0.0141
19		$y = (0.650)(1.457)^x$	0.9905	0.0086
20		$y = (0.693)(1.479)^x$	0.9923	0.0072
21	1.5	$y = (0.942)(1.438)^x$	0.9866	0.0137
22		$y = (1.007)(1.429)^x$	0.9835	0.0139
23		$y = (1.080)(1.452)^x$	0.9925	0.0087
24		$y = (1.150)(1.495)^x$	0.9787	0.0134

ตารางที่ ฉ.2 สมการถดถอยสำหรับเมมเบรนขนาด 0.1 ไมครอน
ตัวอย่างน้ำ คือ น้ำประปาเติมความขุ่นสังเคราะห์ 20 เอ็นทียู

การทดลองชุดที่	อัตรากรอง (ลิตร/นาที)	สมการถดถอย	ค่าสัมประสิทธิ์ของการตัดสินใจ (Determination Coefficient, R^2)	ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Standard Errors)
25	0.2	$y = (0.047)(1.023)^X$	0.9351	0.0909
26	0.4	$y = (0.158)(1.064)^X$	0.9927	0.0282
27	0.6	$y = (0.282)(1.050)^X$	0.9112	0.0675
28	0.8	$y = (0.490)(1.154)^X$	0.9709	0.0214
29	1.0	$y = (0.699)(1.273)^X$	0.9958	0.0097
30	1.5	$y = (1.095)(1.933)^X$	0.9961	0.0059

ตารางที่ ฉ.3 สมการถดถอยสำหรับเมมเบรนขนาด 0.1 ไมครอน
ตัวอย่างน้ำ คือ น้ำประปาเติมโคลิฟาจ และความขุ่นสังเคราะห์ 20 เอ็นทียู

การทดลองชุดที่	อัตรากรอง (ลิตร/นาที)	สมการถดถอย	ค่าสัมประสิทธิ์ของการตัดสินใจ (Determination Coefficient, R^2)	ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Standard Errors)
31	0.2	$y = (0.021)(1.202)^X$	0.9158	0.1321
32	0.2	-	-	-
33	0.2	-	-	-

ตารางที่ ฉ.4 สมการถดถอยสำหรับเมมเบรนขนาด 0.03 ไมครอน ตัวอย่างน้ำ คือ น้ำประปาเติมโคลิฟาจ

การทดลองชุดที่	อัตรากรอง (ลิตร/นาที)	สมการถดถอย	ค่าสัมประสิทธิ์ของการตัดสินใจ (Determination Coefficient, R^2)	ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Standard Errors)
34	0.2	$y = (0.076)(1.183)^x$	0.9100	0.1013
35	0.4	$y = (0.191)(1.335)^x$	0.9966	0.0150
36	0.6	$y = (0.280)(1.255)^x$	0.9740	0.0314
37		$y = (0.281)(1.394)^x$	0.9768	0.0297
38		$y = (0.418)(1.402)^x$	0.9876	0.0174
39		$y = (0.506)(1.365)^x$	0.9930	0.0105
40	0.8	$y = (0.493)(1.155)^x$	0.9482	0.0325
41		$y = (0.614)(1.152)^x$	0.9888	0.0125
42		$y = (0.728)(1.149)^x$	0.9839	0.0124
43		$y = (0.793)(1.197)^x$	0.9970	0.0044
44	1.0	$y = (0.625)(1.399)^x$	0.9879	0.0126
45		$y = (0.752)(1.409)^x$	0.9313	0.0232
46		$y = (0.832)(1.131)^x$	0.9082	0.0215
47		$y = (0.838)(1.347)^x$	0.8864	0.0239
48	1.5	$y = (0.849)(1.347)^x$	0.9914	0.0126
49		$y = (0.929)(1.319)^x$	0.9945	0.0088
50		$y = (1.087)(1.272)^x$	0.9970	0.0050
51		$y = (1.228)(1.289)^x$	0.9872	0.0088

ตารางที่ ฉ.5 สมการถดถอยสำหรับเมมเบรนขนาด 0.03 ไมครอน ตัวอย่างน้ำ คือ น้ำประปาเติมความขุ่นสังเคราะห์ 20 เอ็นทียู

การทดลองชุดที่	อัตรากรอง (ลิตร/นาที)	สมการถดถอย	ค่าสัมประสิทธิ์ของการตัดสินใจ (Determination Coefficient, R^2)	ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Standard Errors)
52	0.6	$y = (0.416)(1.074)^x$	0.9855	0.0175
53	0.8	$y = (0.639)(1.187)^x$	0.9477	0.0231
54	1.0	$y = (0.693)(1.170)^x$	0.9928	0.0102
55	1.5	$y = (1.474)(1.453)^x$	0.9681	0.0099

ประวัติผู้เขียน

นางสาวศิริมา ปัญญาเมธีกุล เกิดวันที่ 18 ธันวาคม พ.ศ.2510 ที่จังหวัดกรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต ภาควิชาเคมีเทคนิค คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2534 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อ พ.ศ. 2535