บรรณานุกรม

ภาษาไทย

ไกรสร อุดมรัตน์. "การกำจัดน้ำทิ้งจากโรงงานผลิตเต้าหู้ด้วยเครื่องกรองแอนแอโรบิค." วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมสุขาภิบาล บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2521.

เจษฎา ศรศึก. "ผลของความลึกและตำแหน่งของชั้นตัวกลางต่อสมรรถนะเครื่องกรองไร้ออกซิเจน." วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมสุขาภิบาล บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2527.

ทวีศักดิ์ นิมาพันธุ์. "ระบบบำบัดน้ำทิ้งจากบ้านพักอาศัยที่เหมาะสมในทุกสภาพภูมิประเทศ." วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมสุขาภิบาล บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2531.

ธงชัย พรรณสวัสดิ์. "การจัดการคุณภาพน้ำของลุ่มน้ำกะรน จังหวัดภูเก็ต." โครงการจัดการทรัพยากรชายฝั่งทะเลประเทศไทย : องค์การเพื่อการพัฒนาระหว่างประเทศแห่งสหรัฐอเมริกา และสำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ. 2532.

_____. "หน้าที่และบทบาทของผู้ดูแลระบบบำบัดน้ำเสีย." คู่มืออย่างง่ายสำหรับการเดินระบบบำบัดน้ำเสีย." : สมาคมวิศวกรสิ่งแวดล้อมไทย สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ. ตุลาคม 2531.

_____. "แนวทางการกำจัดน้ำเสียชุมชนโดยระบบติดกับที่." แนวทางการบริหารจัดการน้ำเสียชุมชน. รายงานการสัมมนา : สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ และสมาคมวิศวกรสิ่งแวดล้อมไทย. ธันวาคม 2530.

ธงชัย พรรณสวัสดิ์ และ อุษา วิเศษสุมน. "คู่มือวิเคราะห์น้ำเสีย." สมาคมวิศวกรสิ่งแวดล้อมไทย และ World Environment Center. 2535.

บุญยง โล่วงศ์วัฒน์. "รายงานการอนุรักษ์ลำน้ำ." ฝ่ายวิชาการ กรมโรงงานอุตสาหกรรม. 2521.

บุญส่ง ไข่เกษ. "การใช้เครื่องกรองแอนแอโรบิคเพื่อกำจัดน้ำทิ้งจากโรงงานผักดองบรรจุกระป๋อง." วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมสุขาภิบาล บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2519.

บุญสิน สุภัควงศ์. "การใช้ถังกรองไร้อากาศทำความสะอาดน้ำโสโครกจากบ้านพักอาศัย." วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมสุขาภิบาล บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2521.

พรพจน์ กรรณสูต. "การกำจัดน้ำทิ้งที่มีสารอินทรีย์สูงมากด้วยเครื่องกรองแอนแอโรบิคที่มีชั้นตัวกรองสูง." วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมสุขาภิบาล บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2525.

พิพัฒน์ ชื่นชมชาติ. "การนำเครื่องกรองไร้ออกซิเจนที่มีตัวกลางเต็มถังและครึ่งถังมาประยุกต์ใช้กับน้ำเสียที่มีความเข้มข้นต่ำ." วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย ฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2529.

มาตรฐานน้ำทิ้งชุมชน. งานคุณภาพน้ำ กองมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อม สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ. 2528.

เรืองชัย เจียกภาพร. "การเปรียบเทียบสมรรถนะของเครื่องกรองไร้ออกซิเจนที่มีตัวกลางเต็มถังและครึ่งถัง." วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมสุขาภิบาล บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2528.

โรมรัน ศรีสัมฤทธิ์. "การศึกษาเบื้องต้นในการผลิตก๊าซชีวภาพจากเครื่องกรองไร้ออกซิเจนที่ใช้วัสดุเป็นตัวกลาง." วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมสุขาภิบาล บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2525.

ศิริชัญญ์ ไพโรจน์บริบูรณ์. "แนวคิดการจัดการน้ำเสียชุมชน." แนวทางการบริหารจัดการน้ำเสียชุมชน. รายงานการสัมมนา : สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ และสมาคมวิศวกรสิ่งแวดล้อมไทย. ธันวาคม 2530.

สุดใจ จำปา. "ระบบกำจัดสิ่งปฏิกูลที่เหมาะสมสำหรับชุมชนและระบบกำจัดน้ำเสียของชุมชนที่เป็นเป็นจริงในทางปฏิบัติ." รายงานการวิจัย : การเคหะแห่งชาติ. 2530.

สุดใจ จำปา และจงรักษ์ จิระภาพันธ์. "ระบบเซพติก-บ่อกรองแอนแอโรบิก." รายงานสัมมนาระดับชาติเทคโนโลยีน้ำและน้ำเสีย : สมาคมวิศวกรสิ่งแวดล้อมไทย. 2530.

อนันต์ สหัสกุล. "กระบวนการบำบัดน้ำเสียแบบต่าง ๆ." คู่มืออย่างง่ายสำหรับการเดินระบบบำบัดน้ำเสีย : สมาคมวิศวกรสิ่งแวดล้อมไทย และสำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ. ตุลาคม 2531.

ภาษาอังกฤษ

Albertson, O.E., "Ammonia Nitrogen and the Anaerobic Environment," J.WPCF, Vol. 33, No.9, 978-995, 1961.

Bachmann, A., Beard, V.L. and McCarty, P.L., "Comparison of Fixed Film Reactors with a Modified Sludge Blanket Reactor.", Proceedings of the First International Conf. on Fixed Film Biological Processes, Vol. 2, 1192-1211, 1982.

Balch, W.E. et.al., "Methanogens : Re-evaluation of a Unique Biological Group.", Microbiological Reviews, Vol. 3, No. 2, 1979.

Barker, H.A., "Biological Formation of Methane in Bacterial Fermentation.", John Wiley & Sons, New York, 1956.

Bryant, M.P., "Microbial methane product-theoretical aspects." J.Anim.Sci., 48, 1979.

Buswell, A.M. and Mueller, H.F., "Mechanisms of methane fermentation." Indust. and Eng.Chem., 44, 550-552, 1952.

Cassell, E.A., and Sawyer, C.N. "A Method of Starting High Rate Digester.", Sewage and Industrial Wastes, 31(2), 123, 1959.

Clark, W.M., et.al., "Studies on Oxidation-Reduction 1-X", Hygienic Lab. Bull., No.151, U.S. Govt. Printing Office, Washington, D.C., 1928.

Coulter, J.B., Soneda, S. and Ettinger, M.B., "Anaerobic Contact Process for Sewage Disposal.", Sew. & Ind. Wastes, Vol. 29, No. 4, 468-477, 1957.

Dickert, G., et.al., "Nickel Requirement and Factor Content of Methanogenic Bacterial.", J.Bacterial, 48, 459-464, 1981.

Dirasian, H.A., Molof, A.H. and Borchardt, J.A., "Electrode Potentials Developed During Sludge Digestion.", J.WPCF, Vol.35, No.4, 424-439, 1963.

Donald, W.S., Herbert, E.K., "Biological Waste Treatment Processes.", Wastewater Treatment, Prentice-Hall, Inc., Englwood Cliffs, N.J. 07632, 1979.

Donovan, et.al., "Treatment of High Strength Waste By An Anaerobic Filter.", Proc of the Seminar/Work Shop Anaerobic Filter : An Energy Plus for Wastewater Treatment, Jan. 9-10, 1980, Howey-In-The-Hills, Fla, ANL/CNSV-TM-50, 179, 1980.

Eckenfelder, W.W. and Hood, J.W., "The Application of Oxidation-Reduction Potential to Biological Waste Treatment Process Control.", Proc. 6th Ind. Waste Conf., Purdue Univ., 1951.

Friedman, et.al., "New Observation With Anaerobic Fixed Film Reactors.", Proc. of the Seminar/Work Shop, Anaerobic Filter : An Energy Plus for Wastewater Treatment, Jan 9-10, 1980, Howey-In-The-Hills, Fla., ANL/CNSV-TM-50, 95, 1981.

Fronstell Bjorn, "Anaerobic treatment in a sludge bed system compared with a filter system.", J.WPCF. Vol. 53, No. 2, 216-222, 1981.

Garrett, M.T., and Sawyer, C.N. "Kinetics of Soluble BOD Removal by Activated Sludge.", Proc. 7th Ind. Waste Cont. Purdue Univ., 51, 1952.

Gaudy, A.F. and Elizabeth, T.G., "Microbiology for Environmental Scientists and Engineers.", Mcgraw-Hill Book Co., Inc., New York, 1981.

Genung, E., Pitt, W.W., Davis, G.M. and Koon, J.H., "Energy Scale Up Studies for Wastewater Treatment System Based on Fixed Film Anaerobic Reactor.", Presented at Second Symposium on Biotechnol. in Energy Production and Conservation, Gatlingburg TN., 1983.

Ghosh, S., Conrad, J.R. and Klass, D.L., "Anaerobic Acidogenesis of Wastewater Sludge.", J.WPCF Vol. 47, No.1, 30-45, 1975.

Hattingh, W.H.J., et.al., "Biological Changes during the Adaptation of and Anaerobic Digestion to a Synthetic Substrate.", Water Res., 1, 255, 1961.

Hines, D.C.M. and Weeter, D.W., "Production of Ammonia in a Pack-Bed Anaerobic Upflow (ANFLOW) Bioreactor.", Water Research, Vol. 77, No. 209, 1980.

Jenett & Dennis, "Anaerobic Filter Treatment of Phamaceutial Waste.", J.WPCF, Vol. 47, No. 1, 104-121, 1981.

Jeris, J.S. and McCarty, P.L., "The Biochemistry of Methane Fermentation Using C^{14} Tracers.", Proc. 17th Ind. Waste Conf.,Purdue Univ., 181, 1962.

Jewell., W.J., "Biological Production of Methane from Organic-Wastes.", UK Patent Application GB 059 938 A, 30 Sep. 1980.

Khalique A. Khan, Makram T. Suidan, and Wendall H. Cross, "Role of Surface Active Media in Anaerobic Filter.", Journal of Environmental Engineering Division, Proceeding of the American Society of Civil Engineering, ASCE, Vol. 108, No.EE2, April, 1982.

Kirsh. E.J., "Studies on the Enumeration and Isolation of Obligate Anaerobic Bacteria from Digesting Sewage Sludge.", Developments in Industrial Microbiology, 10, 170-176, 1969.

Kiyoshi Hasegawa, Eiichi Nakamura, "Evaluation of On-site Domestic Wastewater Treatment System." Public Words Research Institute, 1992.

Kobayashi, H.A., Stenstrom, M.K. and Mah, R.A., "Treatment of Low Strength Domestic Wastewater Using the Anaerobic Filter.", Water Res., Vol. 17, 903, 1983.

Kotze', J.P., Thiel, P.G. and Hattingh, W.H., "Anaerobic Digestion II the Characterization and Control of Anaerobic Digestion.", Water Res., Vol. 3, 459-494, 1969.

Lawrence, A.W. and McCarty P.L. "Kinetics of Methane Fermentation in Anaerobic Treatment" J.WPCF, Vol. 41, No.2, 1968.

Landine, et.al., "Potato Processing Wastewater Treatment Using Horizontal Anaerobic Filter.", Can.Inst.Food Sci Technol.J., 14, 144, 1981.

Landine R.C., R.C., Viraraghavan, T., Cocci A.A. and Brown, G.J. "Anaerobic fermentation-filtration of potato processing wastewaters.", J.WPCF, Vol.55, No.5, 448-453, 1982.

Lettinga., et.al., "Feasibility of Upflow Anaerobic Sludge Blanket (UASB) Process for the Treatment of Low Strength Wastes.", In Proc 35th Ind.Waste Conf., Purdue University, 625, 1981.

Lettinga, G., Roersma, R. and Grin, P., "Anaerobic Treatment of Raw Domestic Sewage at Ambient Temperature Using a Granular Bed UASB Reactor.", Biotech. & Bioeng. Vol. 25, 1701-1723, 1983.

Lettinga, G. and Hulshoffpol, L.W., "UASB-Process Design for Various Type of Wasterwaters.", Anaerobic Treatment Technology for Municipal and Industrial Wastewaters., Wat.Sc.Tech., Vol.24, No. 8, 1991.

Leuschner, A.P., "The Feasibility of Treating Low Strength Organics Wastes with an Anaerobic Attached Film System.", M.S.thesis, Cornell University, Ithaca, N.Y., 1976.

Longworth, L.G. and MacInnes, D.A., "Apparent Oxidation Reduction Potential Acid and Population Studies of L : Acidophilus-under Anaerobic Conditions.", J.Bacteriol., Vol. 32, 567, 1936.

Mara, D.D., "Sewage Treatment in Hot Climate." John Wiley & Sons, New York, 1978.

McCarty, P.L., "Anaerobic Wast Treatment Fundamentals : Part One.", Public Works, 95, 107-112, 1964.

_____., "Anaerobic Waste Treatment Fundamentals : Part Two."Public Works, 123-126, 1964.

_____., "Anaerobic Waste Treatment Fundamentals : Part Three." Public Works, 91-94, 1964.

_____., "Anaerobic Waste Treatment Fundamentals : Part Four."Public Works, 95-99, 1964.

_____., "Kinetics of Waste Assimilation in Anaerobic Treatment" Developments in Industrial Microbiology, Vol. 7, 144, 1966.

McCarty, P.L. Beck, L., and Amant, P.S. "Biological Denitrification on Wastewaters by Addition of Organic Materials." Proc. of the 24th Ind. Waste Conf., Purdue University, 1271-1284, 1969.

McCarty, P.L. and Mckinney, R.E., "Salt Toxicity in Anaerobic Digestion.", J.WPCF., Vol. 33, No. 4, 399-415, 1961.

McCarty, P.L., and McKinney, R.E. "Volatile Acid Toxicity in Anaerobic Digestion .", J.WPCF, 33(3), 223-232, 1965.

McInerney, M.J., Bryant, M.P. and Stafford, D.A., "Metabolic Stages and Energetics of Microbial Anaerobic Digestion.", Anaerobic Digestion, Cardiff, Wales, 91-98, 1979.

McDermott, et.al., "Nickel in Relation to Activated Sludge and Anaerobic Digestion Process.", J.WPCF. 37(2), 163-177, 1965.

Mitchell, R., "Introduction to Environmental Microbiology." Englewood Cliffs, NJ : Prentice Hall, Inc., 1974.

Mosey, F.E., "New Developments in the Anaerobic Treatment of Industrial Wastes." Water Pollution Control, Vol.81, No.4, 540-552, 1984.

Mueller, J.A. and Mancini, J.L., "Anaerobic Filter-Kinetics and Application." Proc. 30th Ind. Waste Conf., Purdue Univ., 423-447, 1975.

Mueller, L.E., et.al., "Anaerobic Filter Kinetics and Application.", Proc.20th Ind. Wastes Conf., Purdeu Univ., 230-238, 1977.

Pfeffer J.T., "Anaerobic Digestion Processes.", Anaerobic Digestion, Cardiff, Wales, 15-19, 1979.

Pohland, F.G. "High Rate Digestion Control III. Acid-Base Equilibrium and Techniques for Buffer Capacity." Proc. of the 23nd Ind. Waste Conf., Purdue University, 353 - 365, 1969.

_____., and Anderson, B.D., "Successful Storage Lagoon Order control.", J.WPCF, 52(8), 2257-2269, 1980.

Pretorius, W.A., "Anaerobic Digestion of Raw Sewage.", Water Res. Vol. 5, 681-687, 1971.

Reed, G.B. and Orr, J.B., "Cultivation of Anaerobes and Oxidation Reduction Potentials.", J.Bacteriol., 45, 309, 1934.

Raman, V. and Chakladar, N., "Upflow Filter for Septic Tank Effluent.", J.WPCF Vol. 44, No. 8, 1552-1560, 1972.

Raman, V. and Chakladar, N., "Low Cost Treatment of Effluent by Reverse Flow (Up-flow) Filters" Proc. Symp. on Low Cost-Waste Treatment, Neeri, Nagpur India, 1972.

Raman, V. and Khan, A.N., "Upflow Anaerobic Filter : A Simple Sewage Treatment Device.", Proc. on Water Pollution Conf.in Developing Countries, (Edited by Ouano, Lohani, Thanh) AIT pp.639-649, 1978.

Sanders, F.A. and Bloodgood, D.E., "The Effect of Nitrogen to Carbon Ratio on Anaerobic Decomposition.", J.WPCF, Vol.37, No. 12, 1741-1752, 1965.

Schonheit, P.M.J., and Thaner, R.R. "Nickel Cobalt and Molybdenum Requirement for Growth of Methanobacterium Themoautotrophic.", Arch.Microbial, 123, 105-107, 1979.

Schroepfer, G.J., Fullen, W.J., Johnson, A.S., Ziemke, N.R. and Anderson, J.J., "The Anaerobic Contact Process as Applied to Packinghouse Wastes.", Sewage & Ind. Wastes, 27, 46, 1955.

Schroepfer, G.J. and Zienke, N.R., "Development of the anaerobic contact process, I.Pilot plant investigations and economics." Sew. and Indust.Wastes, 31, 164, 1959.

Schlenz, H.E., "Important Consideration in Sludge Digestion and Methane Formation-11-Methane Fermentation of Organic Acids.", Sewage and Industrial Wastes, 30(2), 164-188, 1958.

Schwartz, et.al., "Anaerobic Digestion of A waste Water Treatment Side Stream : Potential for Energy Conservation.", Energy Optimization of Water and Waste Water Management for Municipal and Industral Applications Conf, New, Orleans La ANL/EES-TM-96, 1, 235, 1980.

Simpson, J.R., "Some aspects of the biochemistry of anaerobic digestion.", Waste Treatment, Pergamon Press, 32, 1959.

Smith, M.R. and Mah, R.A., "Applied Microbiology.", 14, 368, 1965.

Speece, R.E. and McCarty, P.L., "Nutrients Requirements and Biological Solids Accumulation in Anaerobic Digestion.", Advances in Water Pollution Research, Vol.2, Pergamon Press New Yorks, 305-333, 1964.

Standard Method for The Examination of Water and Wastewater, 16th ed., APHA. AWWA. WPCF., 1985.

Tait, S.J. and Friedman, A.A., "Anaerobic Rotating Biological - Contactor for Carbonaceous Wastewaters.", J.WPCF, Vol.52, No.8, 2257-2269, 1980.

Tilche, A. and Vieira, S.M.M., "Discussion Report on Reactor Design of Anaerobic Filters and Sludge Bed Reactors.", Anaerobic Treatment Technology for Municipal and Industrial Wastewaters., Wat.Sci.Tech., Vol. 24, No. 8, 1991.

Toerien, D.F., et.al., "The Bacterial Nature of the Acid-Forming Phase of Anaerobic Digestion." Water Res., : 497-507, 1967.

WPCF Manual of Practice No.16 Anaerobic Sludge Digestion, Water Pollution Control Federation, Washington, D.C, 1987.

Young, J.C., "Factors Affecting The Design and Performance of Upflow Anaerobic Filters.", Anaerobic Treatment Technology for Municipal and Industrial Wastewaters, Wat.Sci.Tech. Vol. 24, No.8, 133-155, 1991.

Young, J.C., and McCarty P.L., "The Anaerobic Filter for Waste-Treatment." J.WPCF, Vol.41, No.5, 160-173, 1969.

Yudkin, J., "Reduction Potentials of Bacterial Suspensions.", Biochem.J., 29, 1130, 1935.

Zajic, J.W. Water Pollution : Disposal and Reuse, Vol.1, March Dekler Inc. New York., 1971.

Zeikus, J.G., "Microbial Population in Digesters." Anaerobic Digestion, Cardiff, Wales, 61-89, 1979.

Zeikus, J.G., et.al., "Biotransformation of Pyrolysis Products into Chemical and Fuels." J.Bacterial, 143, 432-441, 1981.

ภาคผนวก ก.

ตารางที่ A1-A12 ข้อมูลการทดลองตรวจค่า COD และ SS ทุก ๆ วัน ของ INFLUENT และ EFFLUENT ของระบบเครื่องกรองไร้อากาศที่สภาวะการณ์ต่าง ๆ ทุกค่าอัตราการไหลตามแผนการทดลอง จนค่า EFFLUENT เข้าสู่ steady-state

รูปที่ A1-A12 แสดงค่าการทดลองตรวจค่า (a) คือ COD, (b) คือ SS ทุก ๆ วันของ INFLUENT และ EFFLUENT ของระบบเครื่องกรองไร้อากาศที่สภาวะการณ์ต่าง ๆ

โดยที่ (Q) : CMH = m^3/hr., อัตราการไหลของน้ำเสีย (ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง)

(Q) : CMD = m^3/d, อัตราการไหลของน้ำเสีย (ลูกบาศก์เมตรต่อวัน)

HRT = hydraulic retention time, ระยะเวลากักน้ำ (ชั่วโมง)

Feed-Time = ระยะเวลาการผ่านน้ำเสียเข้าระบบทดลอง (ชั่วโมงต่อวัน)

เช่น (8 am. - 16 pm.), (20 pm. - 4 am.) = ช่วงเวลาการผ่านน้ำเสียเข้าระบบเวลา(8.00 น.-16.00 น), (20.00 น. - 4.00 น.)

ตารางที่ A1 การตรวจสอบ COD และ SS เมื่อเวลาผ่านน้ำเสียเข้าระบบ 24 ชั่วโมง

Q = 0.05 CMH = 1.2 CMD, HRT = 90 ชั่วโมง

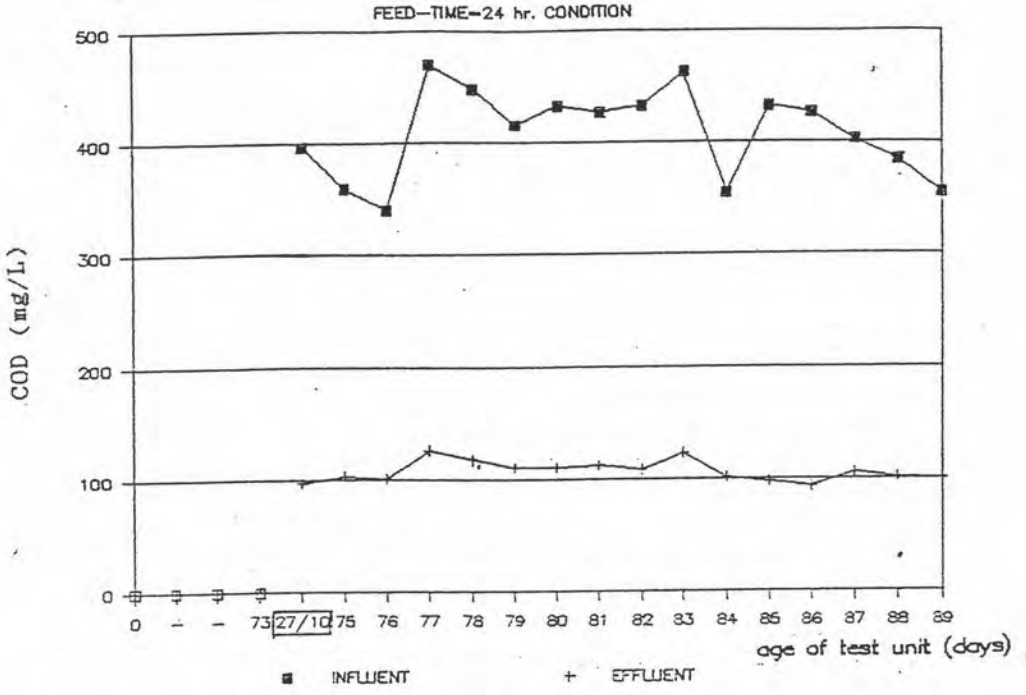
(AGE)	COD(mg/L)			SS(mg/L)			*MPN(10^7)		
(day)	Inf.	Eff.	%remove	Inf.	Eff.	%remove	Inf.	Eff.	%remove
0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
73	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27/10	396.90	96.60	75.66	154.00	21.33	86.15	640.00	7.00	98.91
75	359.10	102.90	71.35	-	-	-	-	-	-
76	340.20	100.80	70.37	-	-	-	-	-	-
77	469.20	126.00	73.15	194.00	13.33	93.13	750.00	11.00	98.53
78	447.60	117.60	73.73	-	-	-	-	-	-
79	415.10	110.29	73.43	-	-	-	-	-	-
80	432.20	110.29	74.48	186.00	16.00	91.40	490.00	14.00	97.14
81	426.30	112.40	73.63	-	-		-		-
82	432.20	108.17	74.97	-	-		-		-
83	462.40	123.01	73.40	132.00	8.00	93.94	490.00	7.00	98.57
84	354.36	101.23	71.43	-	-		-		-
85	432.25	97.10	77.54	-	-		-		-
86	426.30	92.97	78.19	102.00	17.33	83.01	640.00	9.00	98.59
87	402.17	105.37	73.80	-	-	-	-	-	-
88	384.36	101.23	73.66	-	-	-	-	-	-
89	354.28	100.00	71.77	150.00	11.20	92.53	490.00	11.00	97.76
									-

*MPN(-/100.ml)

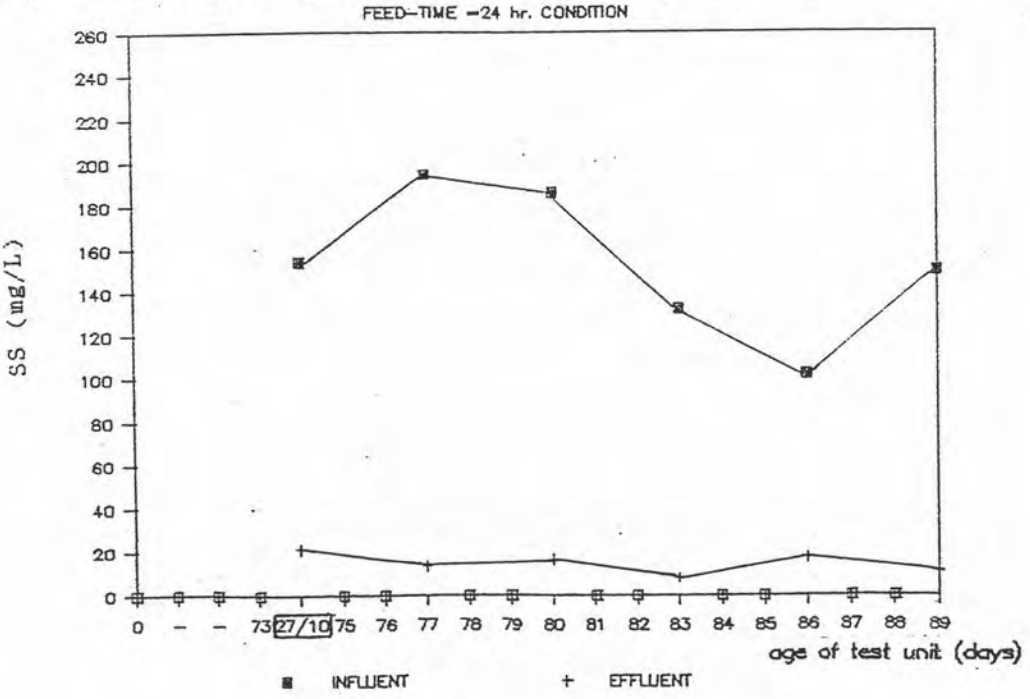
27/10 = DATE : 27/10/91

@เริ่มการทดลองที่ 1 เมื่อระยะเวลาผ่านไป 73 วัน จากการเริ่มระบบ (start up)

(a) COD TEST: Q=0.05 CMH=1.2 CMD,HRT=90 hr.



(b) SS TEST : Q=0.05 CMH=1.2 CMD,HRT=90 hr.



รูปที่ A1 แสดงการทดลองตรวจค่า (a) คือ COD; (b) คือ SS สภาวะการผ่านน้ำเสีย เข้าระบบตลอด 24 ชั่วโมง

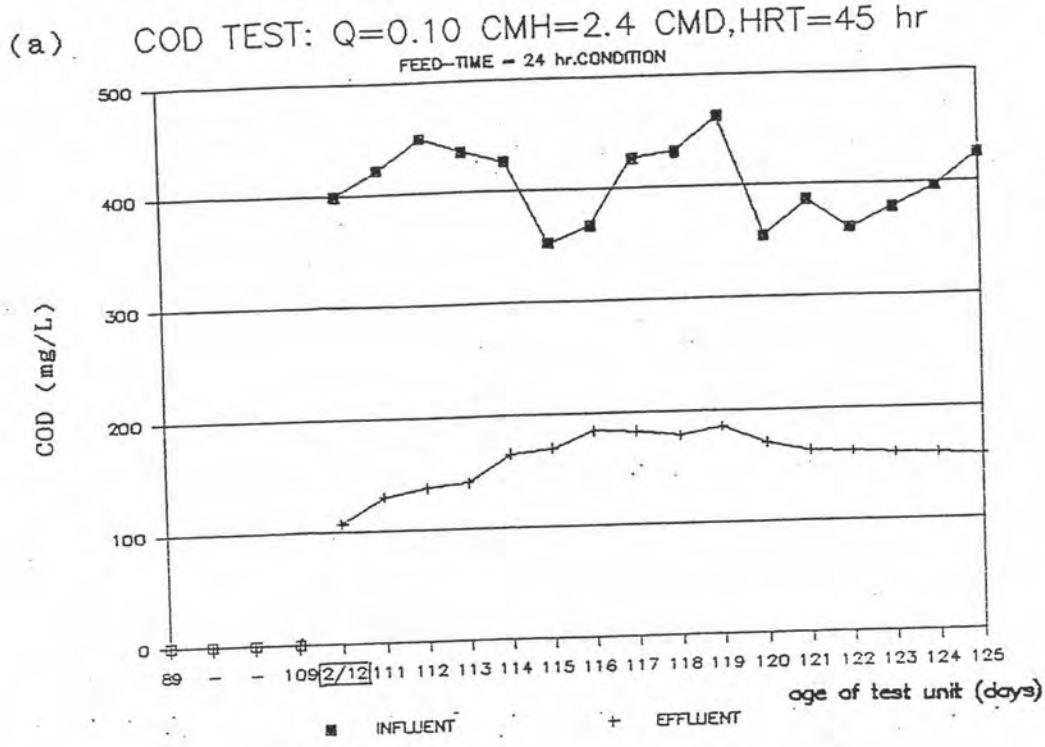
ตารางที่ A2 การตรวจสอบ COD และ SS เมื่อเวลาผ่านน้ำเสียเข้าระบบ 24 ชั่วโมง

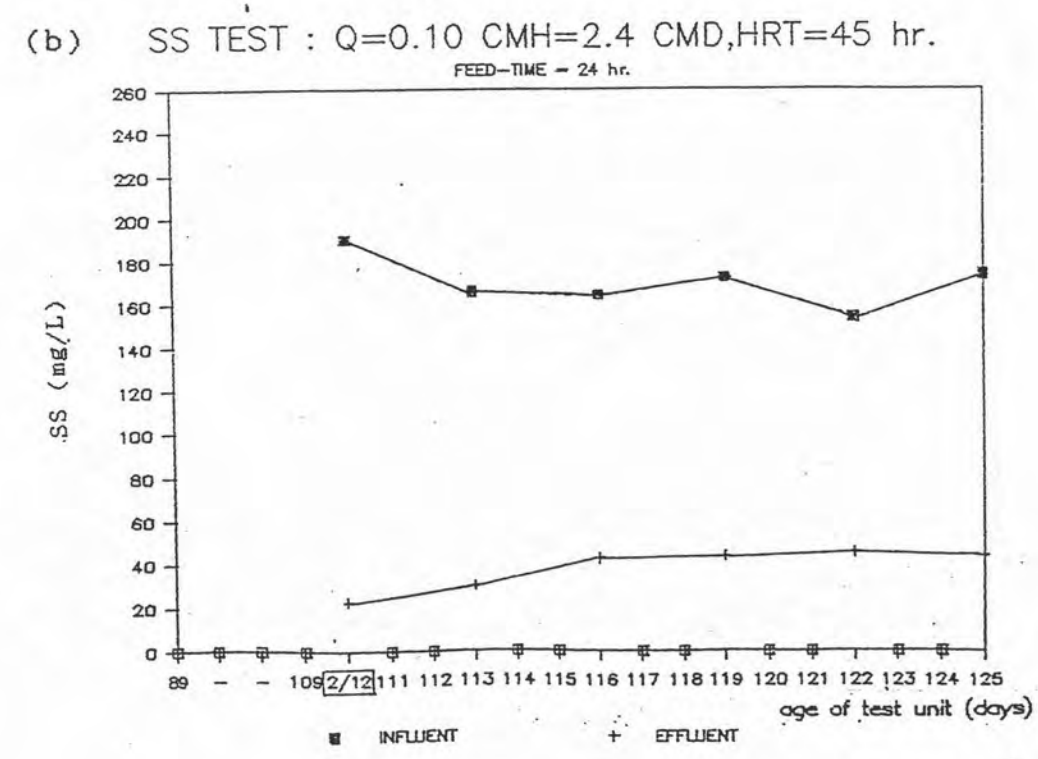
Q = 0.10 CMH = 2.4 CMD, HRT = 45 ชั่วโมง

(AGE)	COD(mg/L)			SS(mg/L)			*MPN(10^7)		
(day)	Inf.	Eff.	%remove	Inf.	Eff.	%remove	Inf.	Eff.	%remove
89	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
109	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2/12	399.84	106.40	73.39	190.00	22.58	88.12	750.00	20.00	97.33
111	421.40	129.36	69.30	-	-	-	-	-	-
112	448.84	137.20	69.43	-	-	-	-	-	-
113	436.05	140.60	67.76	166.00	29.88	82.00	1500.00	110.00	92.67
114	426.10	165.50	61.16	-	-	-	-	-	-
115	352.15	169.10	51.98	-	-	-	-	-	-
116	366.80	184.00	49.84	164.00	42.20	74.27	2400.00	210.00	91.25
117	426.30	182.50	57.19	-	-		-		-
118	432.20	178.30	58.75	-	-		-		-
119	462.40	185.15	59.96	172.00	43.60	74.65	2100.00	230.00	89.05
120	354.36	170.20	51.97	-	-		-		-
121	385.60	162.34	57.90	-	-		-		-
122	359.90	161.28	55.19	154.00	45.33	70.56	2300.00	240.00	89.57
123	378.50	159.41	57.88	-	-	-	-	-	-
124	396.20	158.43	60.01	-	-	-	-	-	-
125	425.51	156.55	63.21	174.00	43.33	75.10	2400.00	210.00	91.25
									-

*MPN(-/100.ml)

2/12 = DATE : 2/12/91





รูปที่ A2 แสดงการทดลองตรวจค่า (a) คือ COD; (b) คือ SS สภาวะการผ่านน้ำเสีย เข้าระบบตลอด 24 ชั่วโมง

ตารางที่ A3 การตรวจสอบ COD และ SS เมื่อเวลาผ่านน้ำเสียเข้าระบบ 24 ชั่วโมง

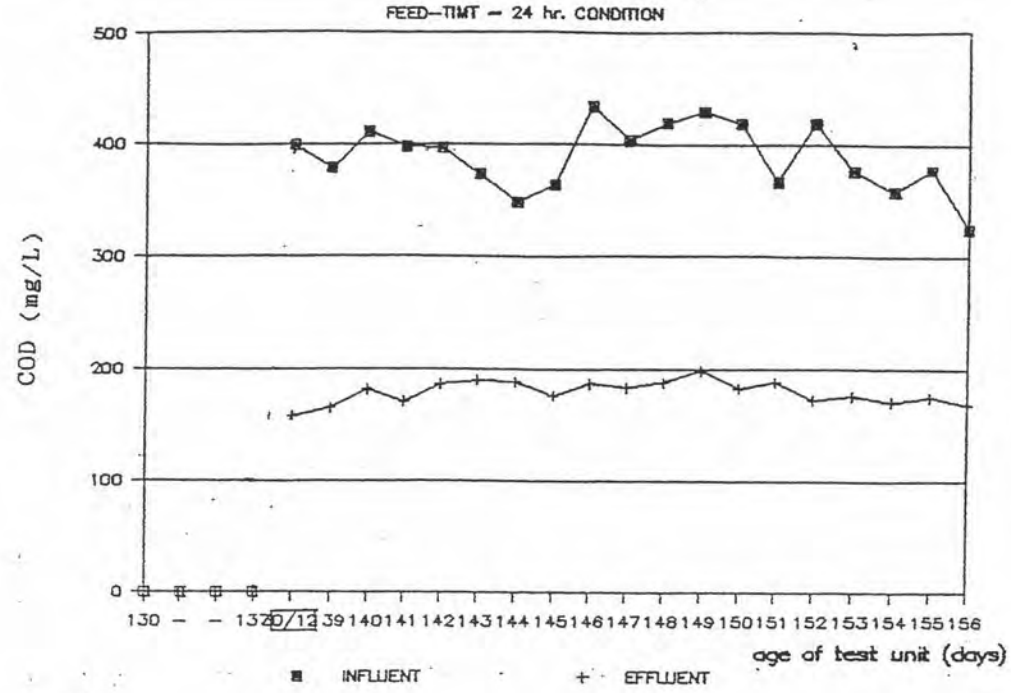
Q = 0.20 CMH = 4.8 CMD, HRT = 22.5 ชั่วโมง

(AGE)	COD(mg/L)			SS(mg/L)			*MPN(10^7)		
(day)	Inf.	Eff.	%remove	Inf.	Eff.	%remove	Inf.	Eff.	%remove
130	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
137	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30/12	399.47	157.10	60.67	142.00	32.66	77.00	2400.00	1100.00	54.17
139	378.90	165.00	56.45	-	-	-	-	-	-
140	411.25	181.20	55.94	-	-	-	-	-	-
141	397.89	170.00	57.27	182.00	41.33	77.29	2100.00	210.00	90.00
142	396.88	185.61	53.23	-	-	-	-	-	-
143	373.21	189.30	49.28	-	-	-	-	-	-
144	348.97	187.65	46.23	174.00	58.66	66.29	2400.00	210.00	91.25
145	364.34	175.63	51.80	-	-	-	-	-	-
146	434.24	186.80	56.98	-	-	-	-	-	-
147	404.80	182.80	54.84	164.00	62.34	61.99	2100.00	240.00	88.57
148	419.52	187.68	55.26	-	-	-	-	-	-
149	429.20	198.25	53.81	-	-	-	-	-	-
150	418.20	182.21	56.43	172.00	71.33	58.53	2400.00	240.00	90.00
151	367.19	187.85	48.84	-	-	-	-	-	-
152	418.88	172.11	58.91	-	-	-	-	-	-
153	376.20	175.20	53.43	159.00	75.86	52.29	2400.00	240.00	90.00
154	358.27	170.07	52.53	-	-	-	-	-	-
155	377.70	174.46	53.81	-	-	-	-	-	-
156	324.82	167.67	48.38	196.00	82.00	58.16	2400.00	240.00	90.00

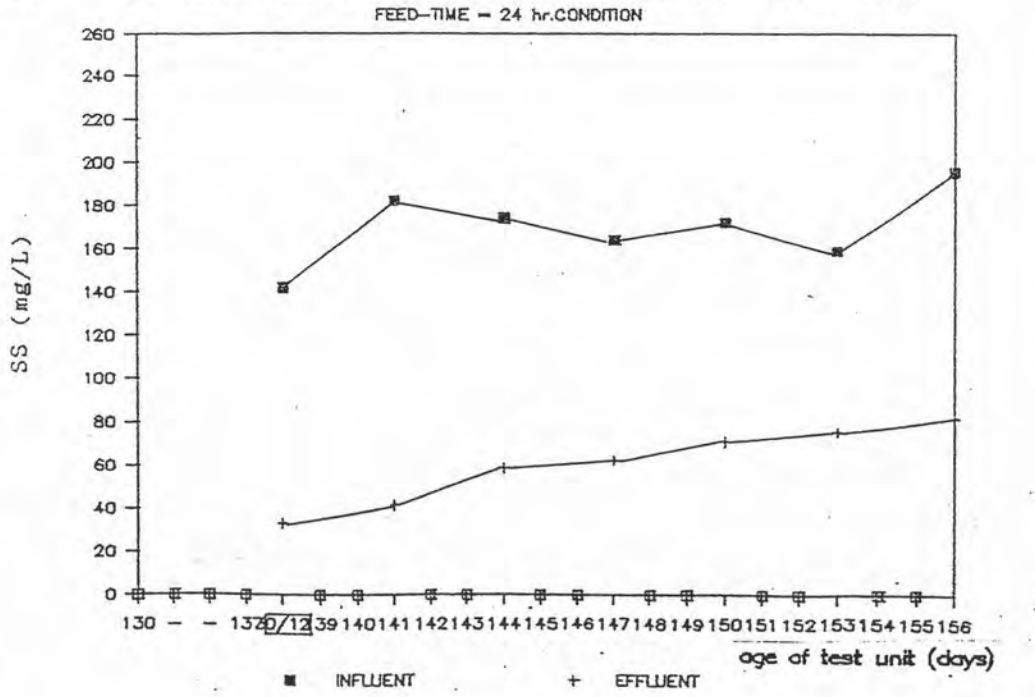
*MPN(-/100 ml)

30/12 = DATE : 30/12/91

(a) COD TEST:Q=0.20 CMH=4.8 CMD,HRT=22.5 hr



(b) SS TEST:Q=0.20 CMH=4.8 CMD,HRT=22.5 hr.

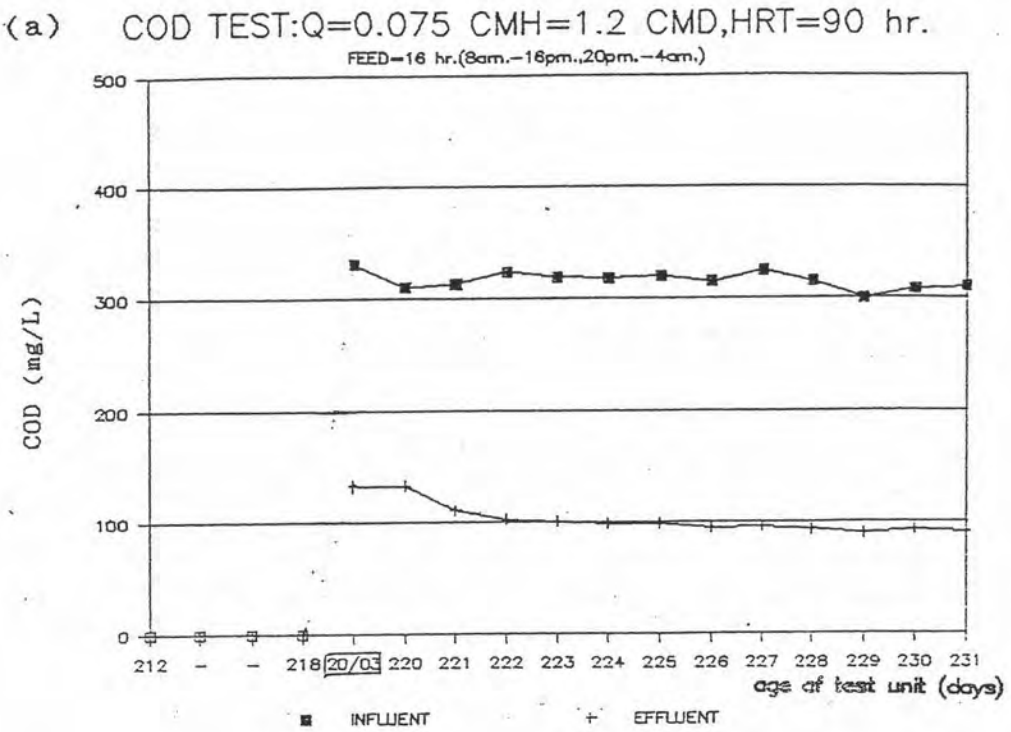


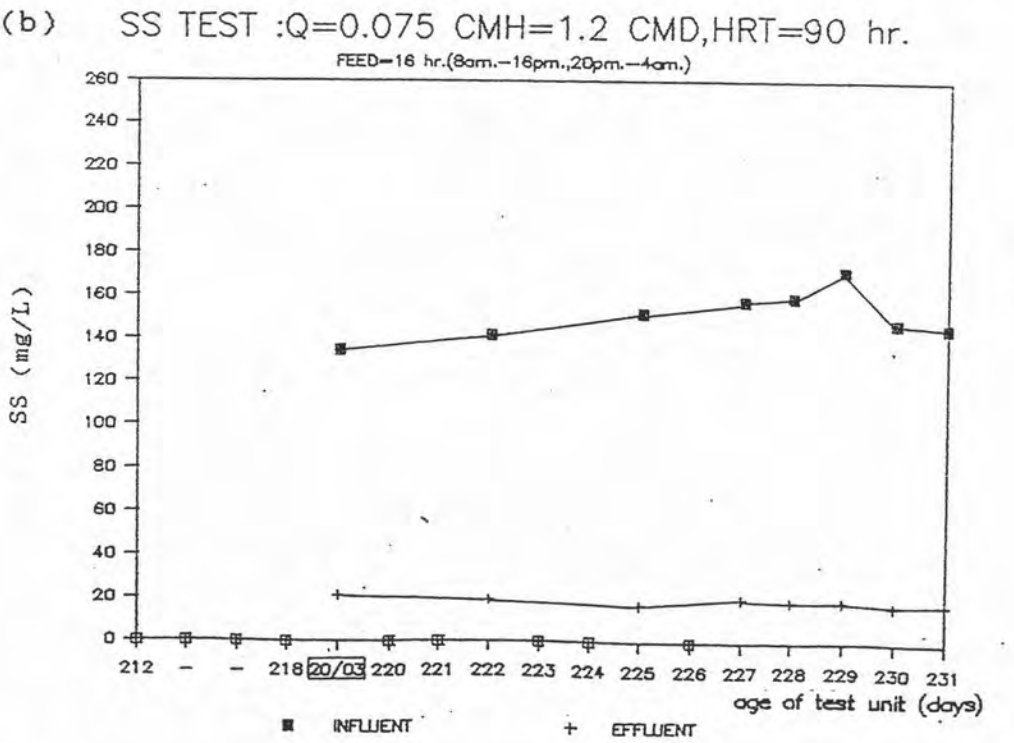
รูปที่ A3 แสดงการทดลองตรวจค่า (a) คือ COD; (b) คือ SS สภาวะการผ่านน้ำเสีย เข้าระบบตลอด 24 ชั่วโมง

ตารางที่ A4 การตรวจสอบ COD และ SS เมื่อเวลาผ่านน้ำเสียเข้าระบบ 16 ชั่วโมงต่อวัน
(8.00 น. - 16.00 น.), (20.00 น. - 4.00 น.),
Q = 0.075 CMH = 1.2 CMD, HRT = 90 ชั่วโมง

(AGE)	COD(mg/L)			SS(mg/L)			*MPN(10^7)		
(day)	Inf.	Eff.	%remove	Inf.	Eff.	%remove	Inf.	Eff.	%remove
212	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
218	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20/03	331.10	132.00	60.13	135.00	21.00	84.44	-	-	-
220	310.00	133.00	57.10	-	-	-	-	-	-
221	313.30	110.00	64.89	-	-	-	-	-	-
222	324.00	102.00	68.52	142.00	19.00	86.62	-	-	-
223	319.00	100.00	68.65	-	-	-	-	-	-
224	318.00	98.00	69.18	-	-	-	-	-	-
225	320.00	98.00	69.38	152.00	17.00	88.82	-	-	-
226	315.00	94.00	70.16	-	-	-	-	-	-
227	324.70	95.00	70.74	158.00	20.00	87.34	-	-	-
228	315.00	93.00	70.48	160.00	19.00	88.13	-	-	-
229	300.00	89.00	70.33	172.00	19.00	88.95	-	-	-
230	308.00	92.00	70.13	148.00	17.00	88.51	-	-	-
231	310.00	90.00	70.97	146.00	18.00	87.67	-	-	-

*MPN(-/100.ml)
20/03 = DATE : 20/03/92



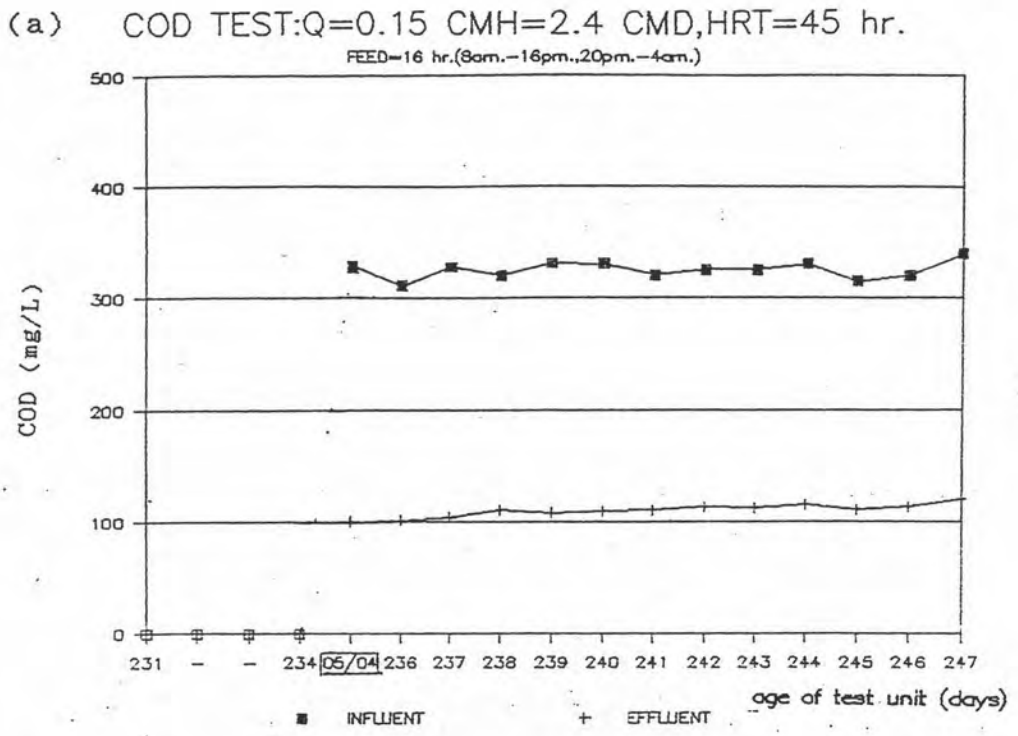


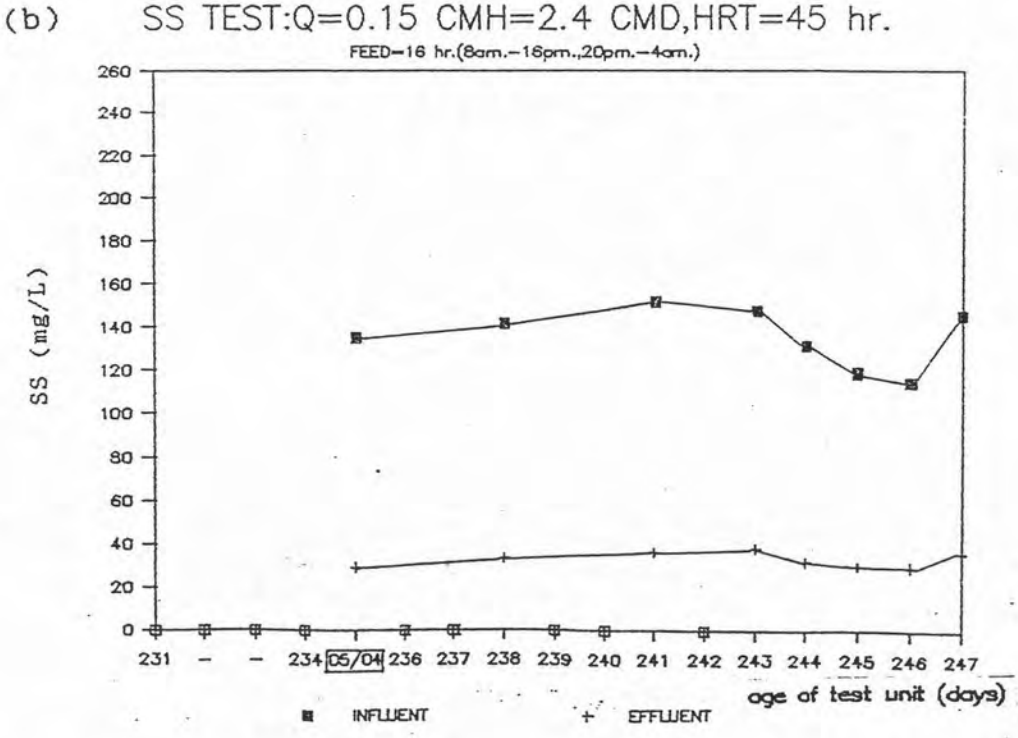
รูปที่ A4 แสดงการทดลองตรวจค่า (a) คือ COD; (b) คือ SS สภาวะการผ่านน้ำเสีย เข้าระบบ 16 ชั่วโมงต่อวัน

ตารางที่ A5 การตรวจสอบ COD และ SS เมื่อเวลาผ่านน้ำเสียเข้าระบบ 16 ชั่วโมงต่อวัน
(8.00 น. - 16.00 น.), (20.00 น. - 4.00 น.),
Q = 0.15 CMH = 2.4 CMD, HRT = 45 ชั่วโมง

(AGE)	COD(mg/L)			SS(mg/L)			*MPN(10)		
(day)	Inf.	Eff.	%remove	Inf.	Eff.	%remove	Inf.	Eff.	%remove
231	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
234	-	-	-	-	-	-	-	-	-
05/04	329.00	100.00	69.60	135.00	29.00	78.52	-	-	-
236	311.00	101.00	67.52	-	-	-	-	-	-
237	328.00	104.00	68.29	-	-	-	-	-	-
238	320.00	110.00	65.63	142.00	33.00	76.76	-	-	-
239	331.00	108.00	67.37	-	-	-	-	-	-
240	330.00	109.00	66.97	-	-	-	-	-	-
241	320.00	110.00	65.63	152.00	36.00	76.32	-	-	-
242	325.00	113.00	65.23	-	-	-	-	-	-
243	324.70	112.00	65.51	148.00	38.00	74.32	-	-	-
244	330.00	115.00	65.15	132.00	32.00	75.76	-	-	-
245	315.00	110.00	65.08	120.00	30.00	75.00	-	-	-
246	320.00	113.00	64.69	115.00	29.00	74.78	-	-	-
247	340.00	120.00	64.71	146.00	36.00	75.34	-	-	-

*MPN(-/100.ml)
05/04 = DATE : 05/04/92





รูปที่ A5 แสดงการทดลองตรวจค่า (a) คือ COD; (b) คือ SS สภาวะการผ่านน้ำเสียเข้าระบบ 16 ชั่วโมงต่อวัน

ตารางที่ A6 การตรวจสอบ COD และ SS เมื่อเวลาผ่านน้ำเสียเข้าระบบ 16 ชั่วโมงต่อวัน

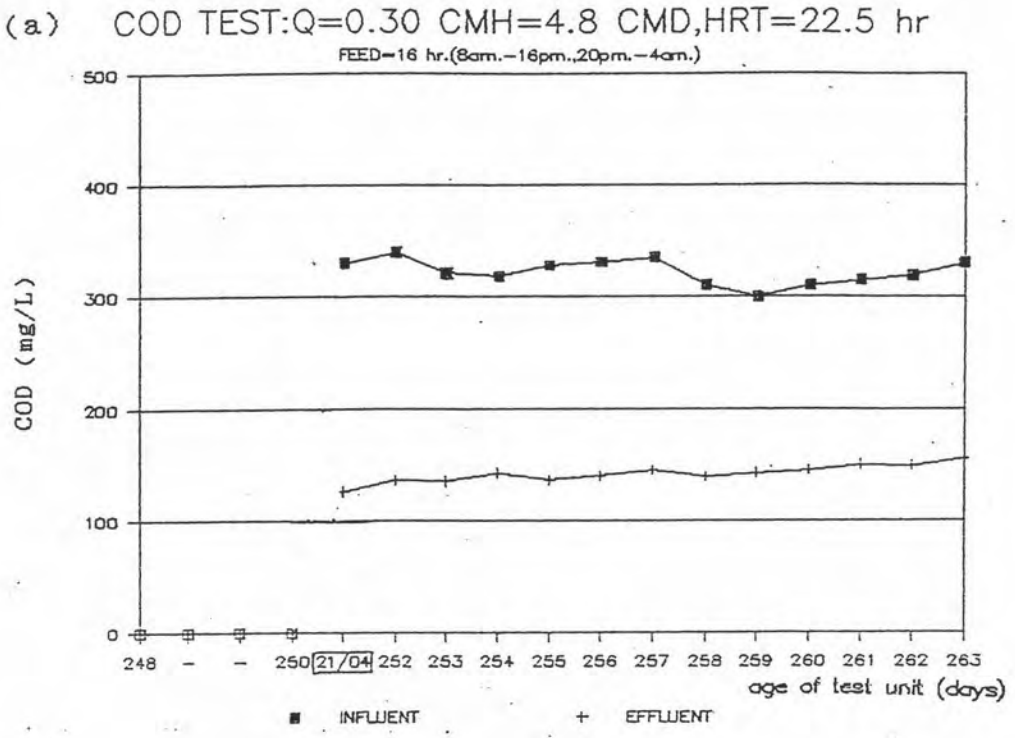
(8.00 น. - 16.00 น.), (20.00 น. - 4.00 น.),

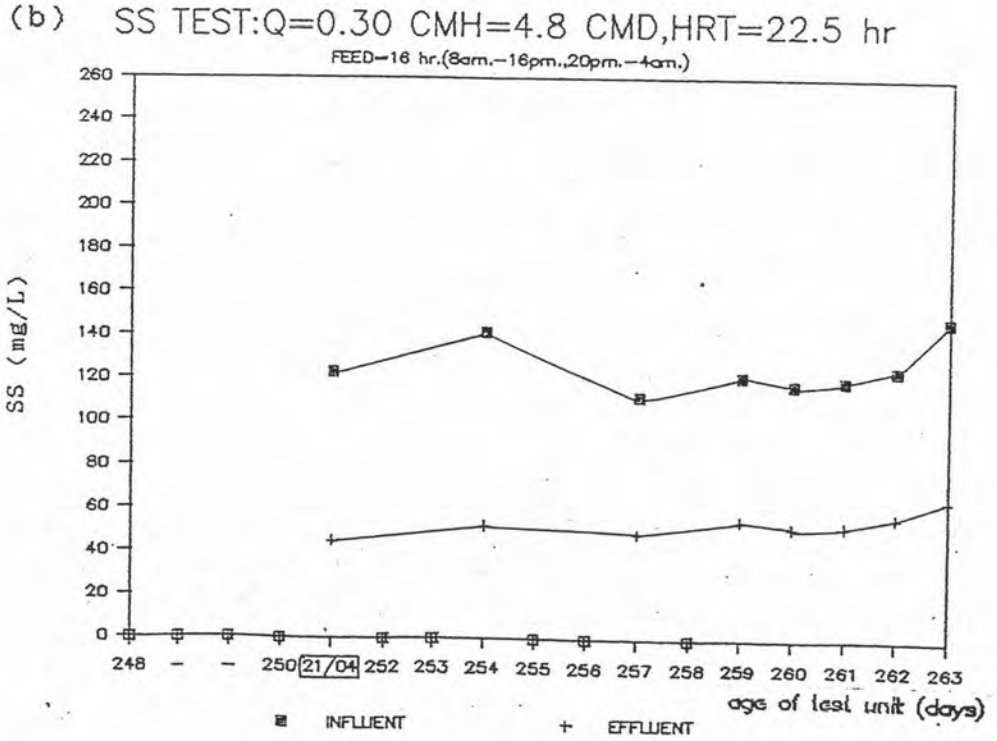
Q = 0.30 CMH = 4.8 CMD, HRT = 22.5 ชั่วโมง

(AGE)	COD(mg/L)			SS(mg/L)			*MPN(10)		
(day)	Inf.	Eff.	%remove	Inf.	Eff.	%remove	Inf.	Eff.	%remove
248	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
250	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21/04	330.00	126.00	61.82	123.00	45.00	63.41	-	-	-
252	340.00	136.00	60.00	-	-	-	-	-	-
253	321.00	135.00	57.94	-	-	-	-	-	-
254	318.00	142.00	55.35	142.00	52.00	63.38	-	-	-
255	328.00	136.00	58.54	-	-	-	-	-	-
256	331.00	140.00	57.70	-	-	-	-	-	-
257	335.00	145.00	56.72	112.00	49.00	56.25	-	-	-
258	310.00	139.00	55.16	-	-	-	-	-	-
259	300.00	142.00	52.67	122.00	55.00	54.92	-	-	-
260	310.00	145.00	53.23	118.00	52.00	55.93	-	-	-
261	315.00	150.00	52.38	120.00	53.00	55.83	-	-	-
262	319.00	149.00	53.29	125.00	57.00	54.40	-	-	-
263	330.00	156.00	52.73	148.00	65.00	56.08	-	-	-

*MPN(-/100.ml)

21/04 = DATE : 21/04/92





รูปที่ A6 แสดงการทดลองตรวจค่า (a) คือ COD; (b) คือ SS สภาวะการผ่านน้ำเสีย เข้าระบบ 16 ชั่วโมงต่อวัน

ตารางที่ A7 การตรวจสอบ COD และ SS เมื่อเวลาผ่านน้ำเสียเข้าระบบ 12 ชั่วโมงต่อวัน

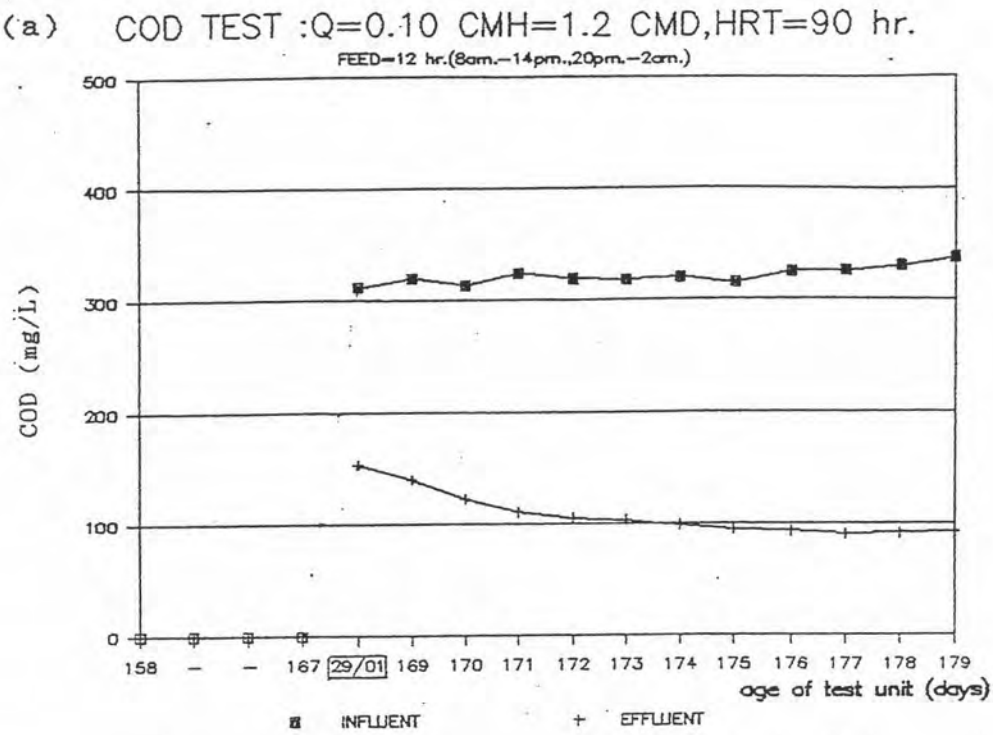
(8.00 น. - 14.00 น.), (20.00 น. - 2.00 น.),

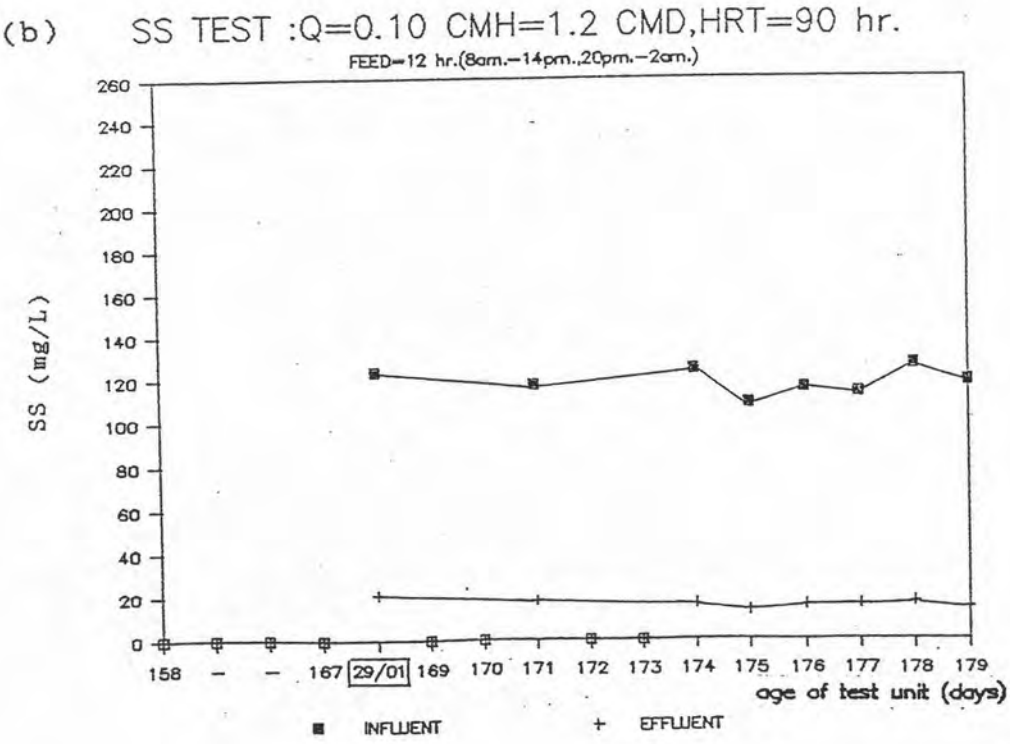
Q = 0.10 CMH = 1.2 CMD, HRT = 90 ชั่วโมง

(AGE)	COD(mg/L)			SS(mg/L)			*MPN(10)		
(day)	Inf.	Eff.	%remove	Inf.	Eff.	%remove	Inf.	Eff.	%remove
158	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
167	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29/01	312.00	152.44	51.14	124.00	21.00	83.06	-	-	-
169	320.20	139.00	56.59	-	-	-	-	-	-
170	313.30	122.00	61.06	-	-	-	-	-	-
171	324.00	110.00	66.05	118.00	18.00	84.75	-	-	-
172	319.00	105.00	67.08	-	-	-	-	-	-
173	318.00	103.00	67.61	-	-	-	-	-	-
174	320.00	98.00	69.38	125.00	16.00	87.20	-	-	-
175	315.00	94.00	70.16	109.00	13.33	87.77	-	-	-
176	324.70	93.00	71.36	116.00	15.66	86.50	-	-	-
177	325.20	90.00	72.32	114.00	16.00	85.96	-	-	-
178	330.00	91.00	72.42	127.00	17.23	86.43	-	-	-
179	338.00	92.00	72.78	119.00	14.51	87.81	-	-	-

*MPN(-/100.ml)

29/01 = DATE : 29/01/92



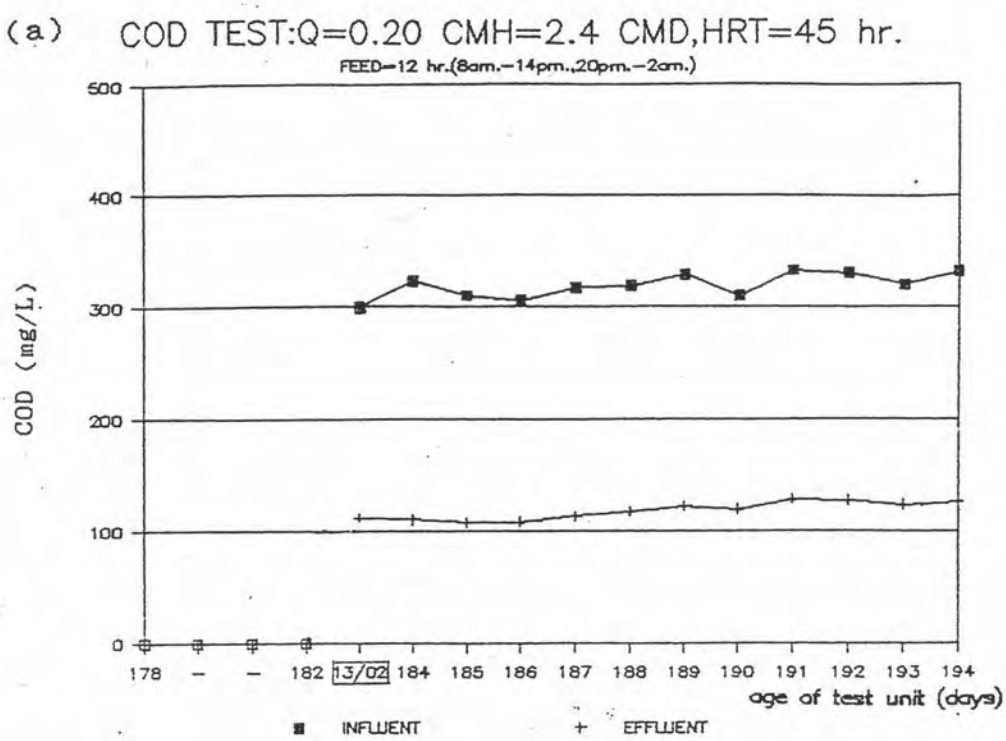


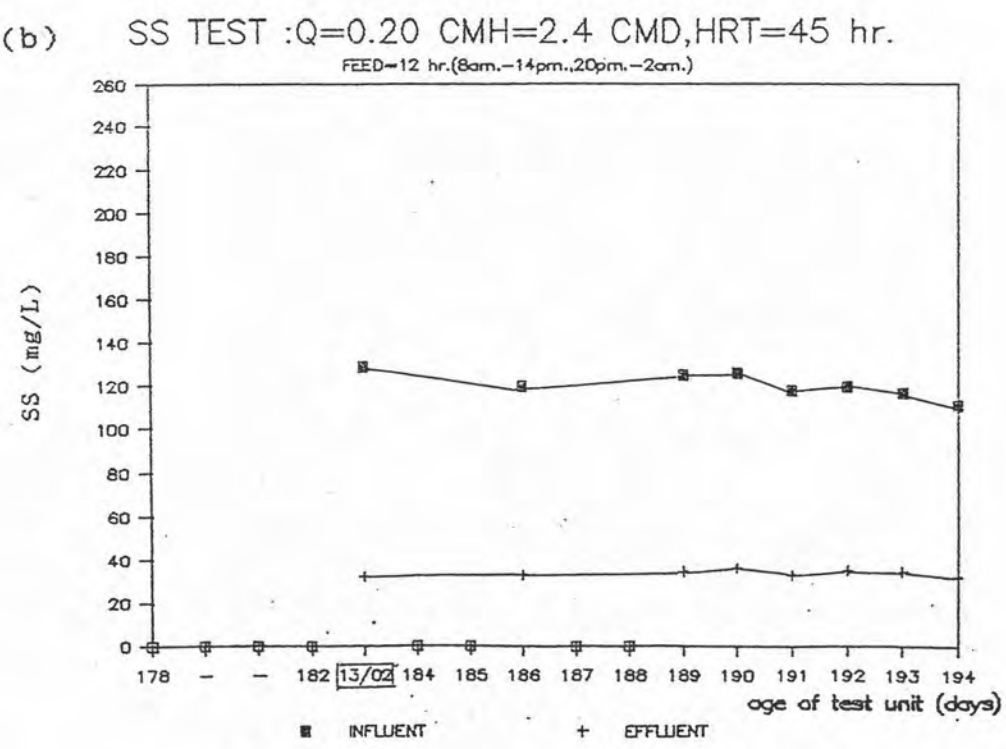
รูปที่ A7 แสดงการทดลองตรวจค่า (a) คือ COD; (b) คือ SS สภาวะการผ่านน้ำเสียเข้าระบบ 12 ชั่วโมงต่อวัน

ตารางที่ A8 การตรวจสอบ COD และ SS เมื่อเวลาผ่านน้ำเสียเข้าระบบ 12 ชั่วโมงต่อวัน
(8.00 น. - 14.00 น.), (20.00 น. - 2.00 น.),
Q = 0.20 CMH = 2.4 CMD, HRT = 45 ชั่วโมง

(AGE)	COD(mg/L)			SS(mg/L)			*MPN(10)		
(day)	Inf.	Eff.	%remove	Inf.	Eff.	%remove	Inf.	Eff.	%remove
178	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
182	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13/02	300.38	111.00	63.05	129.00	32.00	75.19	-	-	-
184	322.73	110.00	65.92	-	-	-	-	-	-
185	309.84	107.00	65.47	-	-	-	-	-	-
186	305.29	108.00	64.62	120.00	33.00	72.50	-	-	-
187	317.10	113.00	64.36	-	-	-	-	-	-
188	318.55	117.00	63.27	-	-	-	-	-	-
189	328.78	122.00	62.89	125.00	34.00	72.80	-	-	-
190	310.00	119.00	61.61	126.00	36.00	71.43	-	-	-
191	333.00	128.00	61.56	118.00	33.00	72.03	-	-	-
192	330.00	127.00	61.52	120.00	35.00	70.83	-	-	-
193	320.00	123.00	61.56	117.00	34.00	70.94	-	-	-
194	332.00	126.00	62.05	111.00	32.00	71.17	-	-	-

*MPN(-/100.ml)
13/02 = DATE : 13/02/92





รูปที่ A8 แสดงการทดลองตรวจค่า (a) คือ COD; (b) คือ SS สภาวะการผ่านน้ำเสีย เข้าระบบ 12 ชั่วโมงต่อวัน

ตารางที่ A9 การตรวจสอบ COD และ SS เมื่อเวลาผ่านน้ำเสียเข้าระบบ 12 ชั่วโมงต่อวัน

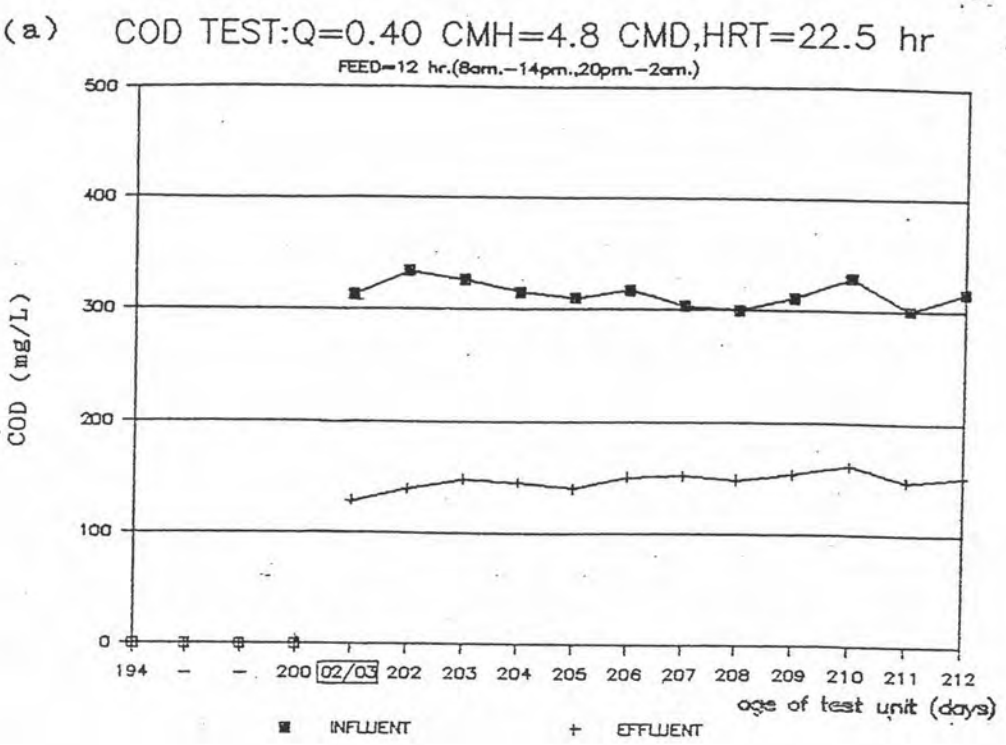
(8.00 น. - 14.00 น.), (20.00 น. - 2.00 น.),

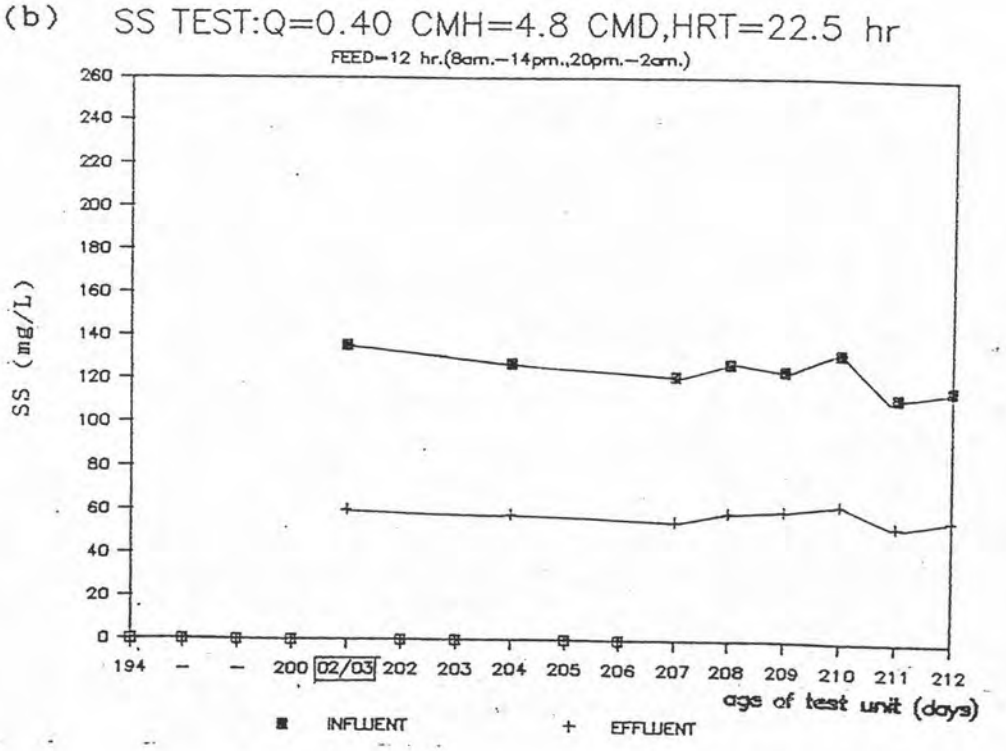
Q = 0.40 CMH = 4.8 CMD, HRT = 22.5 ชั่วโมง

(AGE)	COD(mg/L)			SS(mg/L)			*MPN(10)		
(day)	Inf.	Eff.	%remove	Inf.	Eff.	%remove	Inf.	Eff.	%remove
194	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
200	-	-	-	-	-	-	-	-	-
02/03	313.39	128.00	59.16	136.00	60.00	55.88	-	-	-
202	334.12	139.00	58.40	-	-	-	-	-	-
203	326.51	148.00	54.67	-	-	-	-	-	-
204	315.25	145.00	54.00	128.00	58.00	54.69	-	-	-
205	310.20	140.00	54.87	-	-	-	-	-	-
206	317.20	150.00	52.71	-	-	-	-	-	-
207	303.50	151.00	50.25	122.00	55.00	54.92	-	-	-
208	300.10	148.00	50.68	128.00	59.00	53.91	-	-	-
209	311.19	153.00	50.83	125.00	60.00	52.00	-	-	-
210	329.28	161.00	51.11	133.00	63.00	52.63	-	-	-
211	300.20	147.00	51.03	113.00	54.00	52.21	-	-	-
212	316.30	152.00	51.94	117.00	57.00	51.28	-	-	-

*MPN(-/100.ml)

02/03 = DATE : 02/03/92



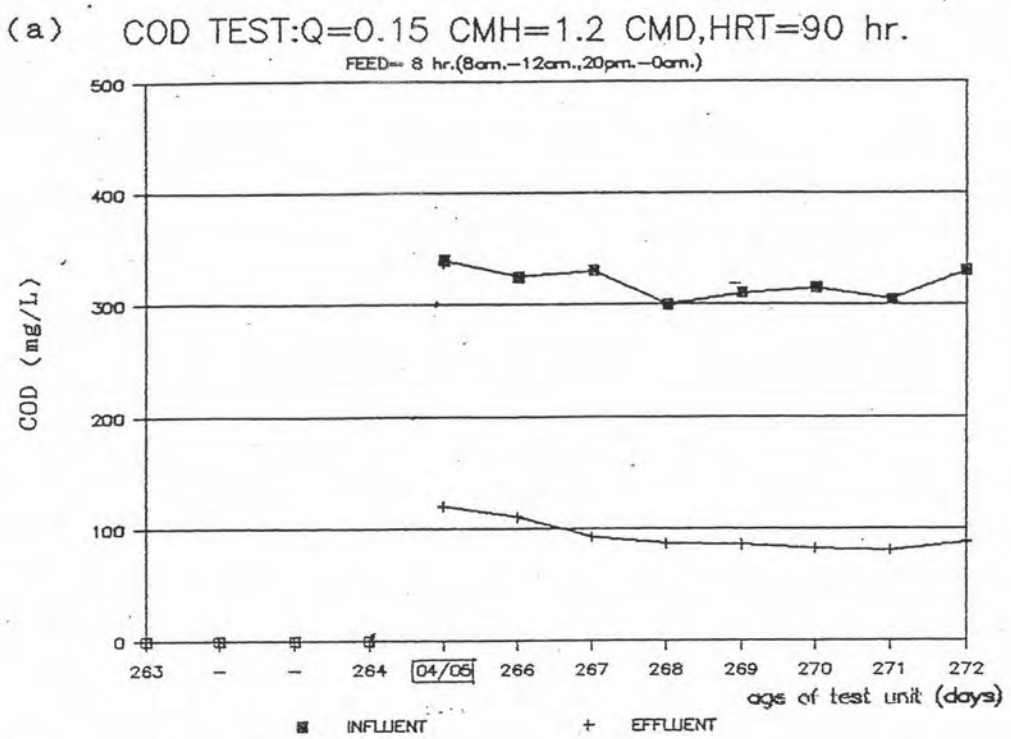


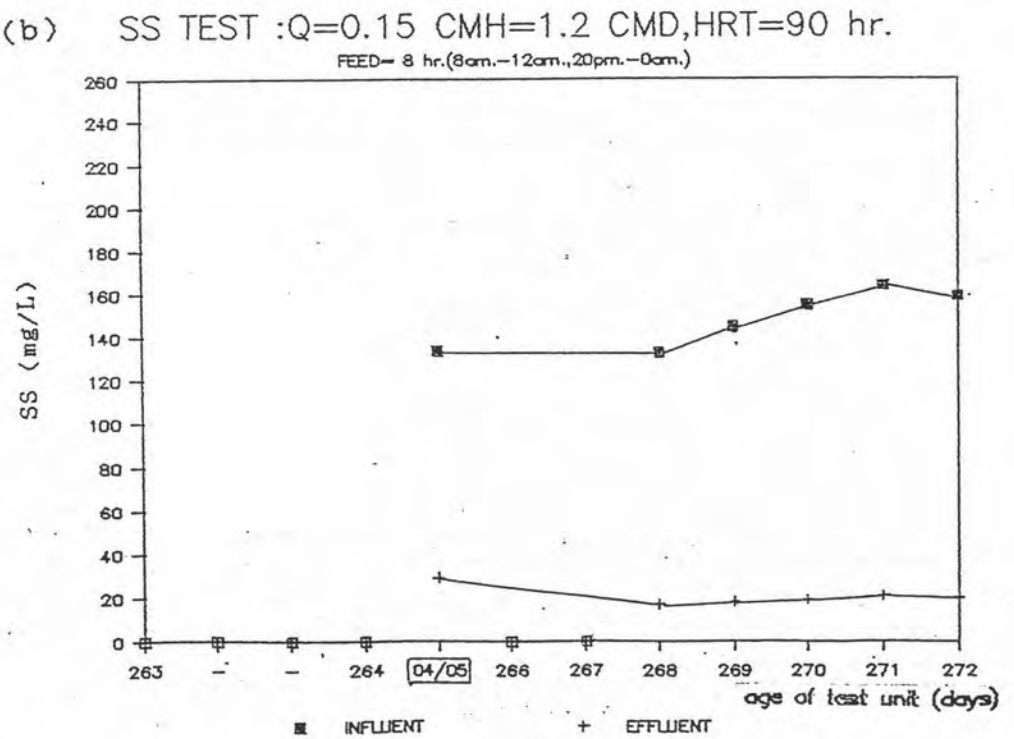
รูปที่ A9 แสดงการทดลองตรวจค่า (a) คือ COD; (b) คือ SS สภาวะการผ่านน้ำเสีย
เข้าระบบ 12 ชั่วโมงต่อวัน

ตารางที่ A10 การตรวจสอบ COD และ SS เมื่อเวลาผ่านน้ำเสียเข้าระบบ 8 ชั่วโมงต่อวัน
(8.00 น. - 12.00 น.), (20.00 น. - 0.00 น.),
Q = 0.15 CMH = 1.2 CMD, HRT = 90 ชั่วโมง

(AGE)	COD(mg/L)			SS(mg/L)			*MPN(10)		
(day)	Inf.	Eff.	%remove	Inf.	Eff.	%remove	Inf.	Eff.	%remove
263	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
264	-	-	-	-	-	-	-	-	-
04/05	340.00	120.00	64.71	134.00	29.00	78.36	-	-	-
266	325.00	110.00	66.15	-	-	-	-	-	-
267	330.00	92.00	72.12	-	-	-	-	-	-
268	300.00	86.00	71.33	133.00	17.00	87.22	-	-	-
269	310.00	85.00	72.58	145.00	18.00	87.59	-	-	-
270	315.00	82.00	73.97	155.00	19.00	87.74	-	-	-
271	305.00	80.00	73.77	164.00	21.00	87.20	-	-	-
272	330.00	87.00	73.64	159.00	20.00	87.42	-	-	-

*MPN(-/100.ml)
04/05 = DATE : 04/05/92



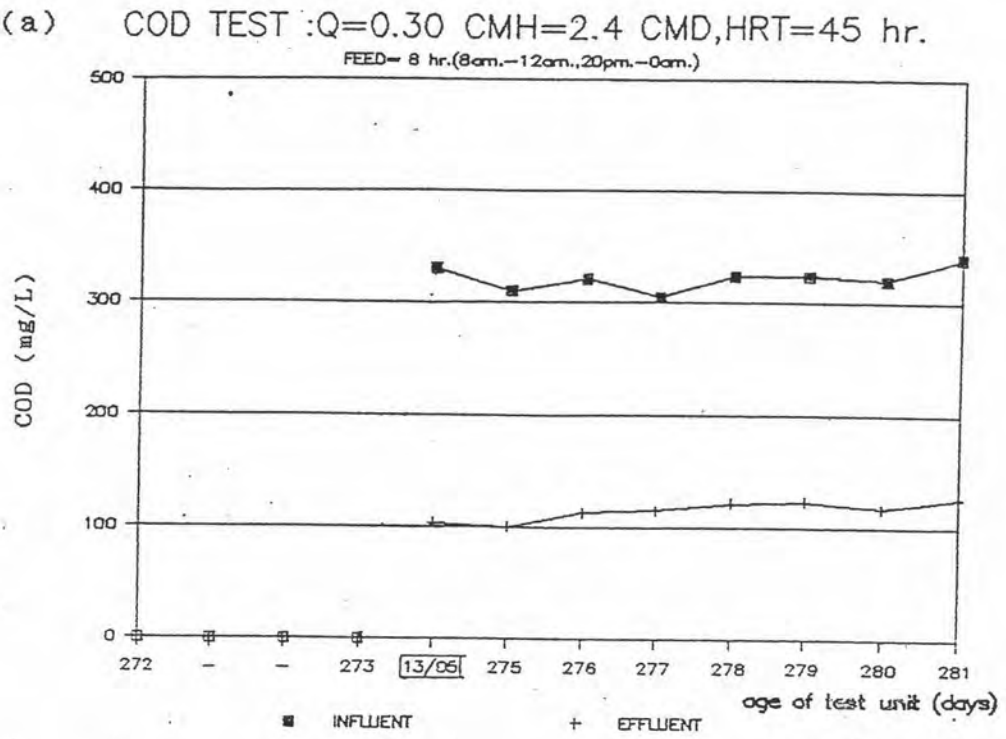


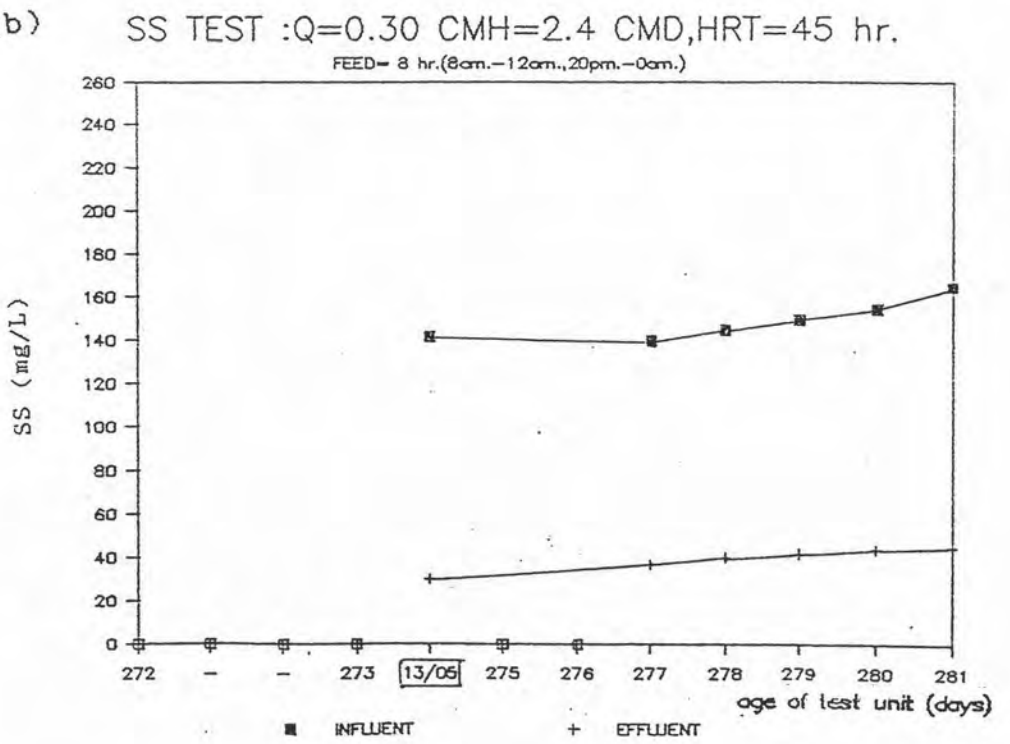
รูปที่ A10 แสดงการทดลองตรวจค่า (a) คือ COD; (b) คือ SS สภาวะการผ่านน้ำเสียเข้าระบบ 8 ชั่วโมงต่อวัน

ตารางที่ A11 การตรวจสอบ COD และ SS เมื่อเวลาผ่านน้ำเสียเข้าระบบ 8 ชั่วโมงต่อวัน
(8.00 น. - 12.00 น.), (20.00 น. - 0.00 น.),
Q = 0.30 CMH = 2.4 CMD, HRT = 45 ชั่วโมง

(AGE)	COD(mg/L)			SS(mg/L)			*MPN(10)		
(day)	Inf.	Eff.	%remove	Inf.	Eff.	%remove	Inf.	Eff.	%remove
272	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
273	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13/05	330.00	103.00	68.79	142.00	30.00	78.87	-	-	-
275	310.00	100.00	67.74	-	-	-	-	-	-
276	321.00	113.00	64.80	-	-	-	-	-	-
277	305.00	115.00	62.30	140.00	37.00	73.57	-	-	-
278	324.00	121.00	62.65	145.00	40.00	72.41	-	-	-
279	324.00	123.00	62.04	150.00	42.00	72.00	-	-	-
280	320.00	117.00	63.44	155.00	44.00	71.61	-	-	-
281	340.00	126.00	62.94	165.00	45.00	72.73	-	-	-

*MPN(-/100.ml)
13/05 = DATE : 13/05/92





รูปที่ A11 แสดงการทดลองตรวจค่า (a) คือ COD; (b) คือ SS สภาวะการผ่านน้ำเสียเข้าระบบ 8 ชั่วโมงต่อวัน

ตารางที่ A12 การตรวจสอบ COD และ SS เมื่อเวลาผ่านน้ำเสียเข้าระบบ 16 ชั่วโมงต่อวัน

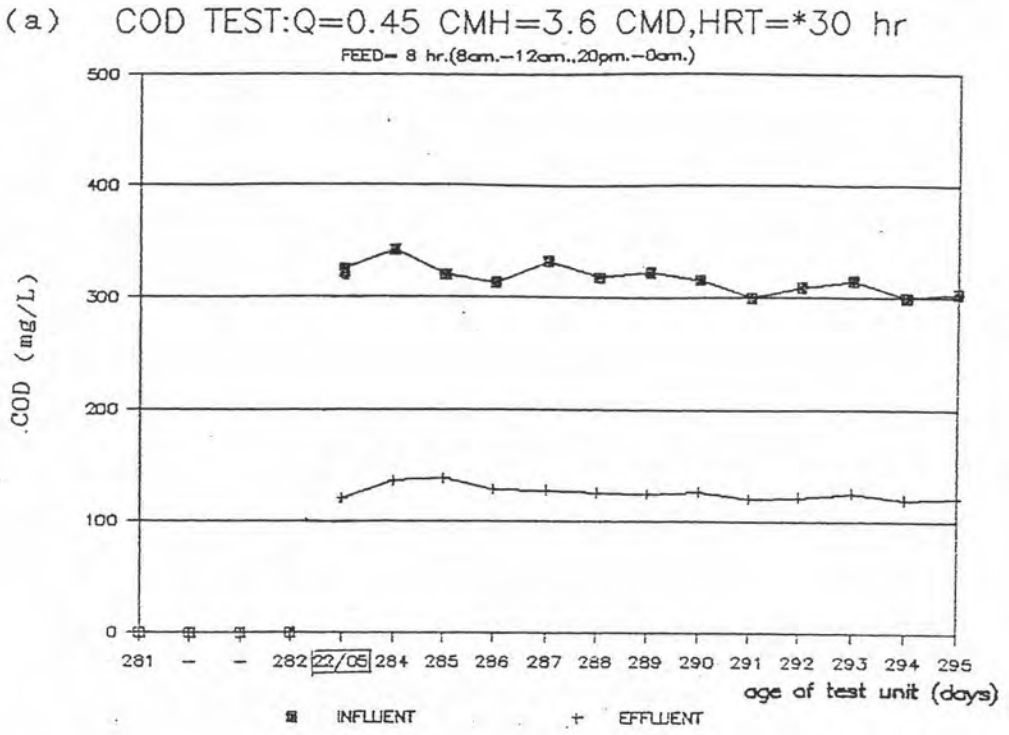
(8.00 น. - 12.00 น.), (20.00 น. - 0.00 น.),

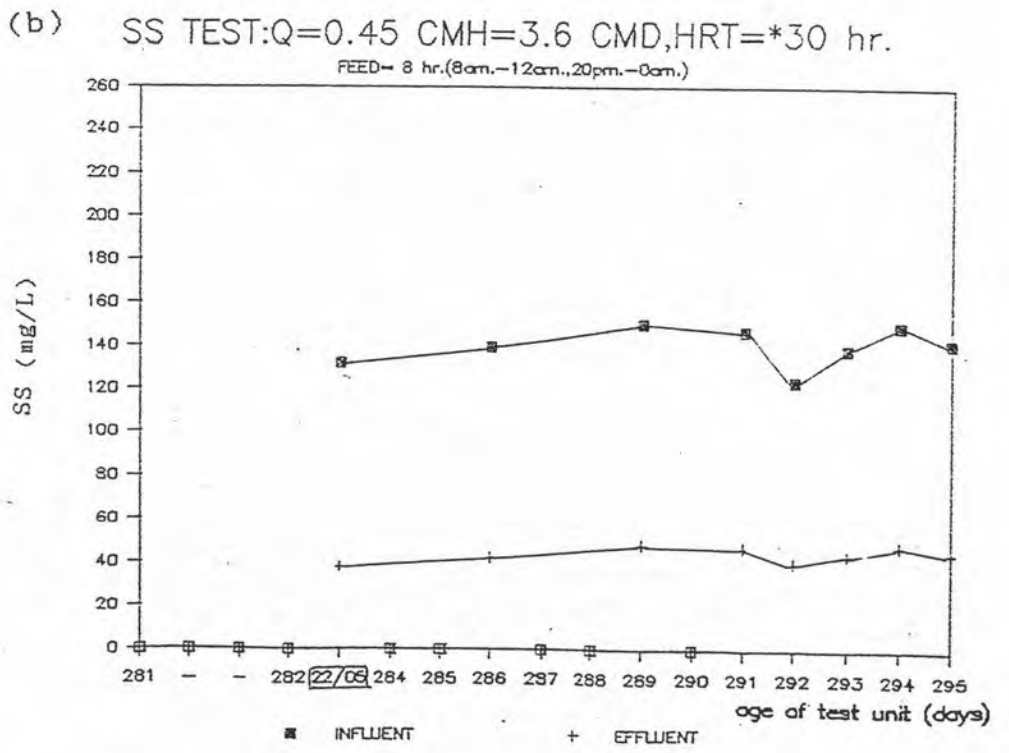
Q = 0.45 CMH = 3.6 CMD, *HRT = 30 ชั่วโมง

(AGE)	COD(mg/L)			SS(mg/L)			*MPN(10)		
(day)	Inf.	Eff.	%remove	Inf.	Eff.	%remove	Inf.	Eff.	%remove
281	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
282	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22/05	325.00	120.00	63.08	132.00	38.00	71.21	-	-	-
284	342.00	136.00	60.23	-	-	-	-	-	-
285	320.00	138.00	56.88	-	-	-	-	-	-
286	313.00	128.00	59.11	140.00	42.00	70.00	-	-	-
287	332.00	127.00	61.75	-	-	-	-	-	-
288	318.00	125.00	60.69	-	-	-	-	-	-
289	323.00	124.00	61.61	150.00	48.00	68.00	-	-	-
290	316.00	126.00	60.13	-	-	-	-	-	-
291	300.00	120.00	60.00	147.00	47.00	68.03	-	-	-
292	309.00	121.00	60.84	124.00	40.00	67.74	-	-	-
293	315.00	125.00	60.32	139.00	44.00	68.35	-	-	-
294	300.00	119.00	60.33	150.00	48.00	68.00	-	-	-
295	304.00	121.00	60.20	142.00	45.00	68.31	-	-	-

*MPN(-/100.ml)

22/05 = DATE : 22/05/92





รูปที่ A12 แสดงการทดลองตรวจค่า (a) คือ COD; (b) คือ SS สภาวะการผ่านน้ำเสีย เข้าระบบ 8 ชั่วโมงต่อวัน

ภาคผนวก ข.

ตารางที่ B1-B12 ค่าเฉลี่ย INFLUENT, EFFLUENT และ (%) ประสิทธิภาพการกำจัดของค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ เมื่อระบบเข้าสู่ steady-state แล้ว ที่สภาวะการณ์ต่าง ๆ ทุกค่าอัตราการไหลตามแผนการทดลอง

รูปที่ B1-B12 แสดงค่าเฉลี่ย (a) คือ INFLUENT และ EFFLUENT, (b) คือ (%) ประสิทธิภาพการกำจัดของค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ เมื่อระบบเข้าสู่ steady-state แล้วที่สภาวะการณ์ต่าง ๆ ทุกค่าอัตราการไหล ตามแผนการทดลอง

โดยที่ (Q) = CMH = m^3/hr., อัตราการไหลของน้ำเสีย (ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง)

CMD = m^3/d, อัตราการไหลของน้ำเสีย (ลูกบาศก์เมตรต่อวัน)

HRT = hydraulic retention time, ระยะเวลากักน้ำ (ชั่วโมง)

Feed-Time = ระยะเวลาการผ่านน้ำเสียเข้าระบบทดลอง (ชั่วโมงต่อวัน)

เช่น (8 am. - 16 pm.), (20 pm. - 4 am.) = ช่วงเวลาการผ่านน้ำเสียเข้าระบบเวลา(8.00 น.-16.00 น.), (20.00 น.-4.00 น.)

ตารางที่ B1 ค่าเฉลี่ย INFLUENT, EFFLUENT และ (%) ประสิทธิภาพการกำจัดของ
ค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ เมื่อการผ่านน้ำเสียเข้าระบบ 24 ชั่วโมง โดยที่
Q = 0.05 CMH = 1.2 CMD, HRT = 90 ชั่วโมง

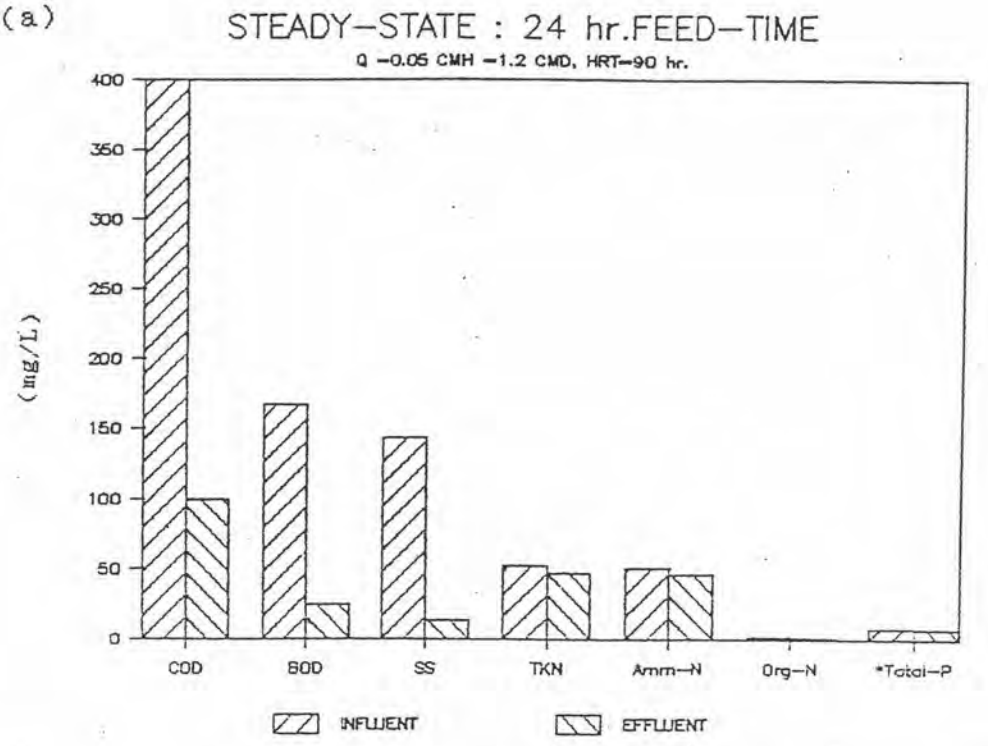
AGE(day)	COD	BOD	SS	TKN	Amm-N	Org-N	*Total-P	*MPN(10^7)
				INFLUENT (mg/L)				
85	432.25	174.00	186.00	54.47	52.23	2.24	8.20	6400.00
86	426.30	143.00	132.00	53.72	51.62	2.10	8.00	4900.00
87	402.17	153.33	102.00	51.97	50.14	1.83	7.80	4900.00
88	384.36	184.00	148.00	51.19	49.84	1.35	8.00	6400.00
89	354.28	180.00	150.00	50.99	50.10	0.89	8.10	4900.00
AVG.	399.87	166.87	143.60	52.47	50.79	1.68	8.02	5500.00
				EFFLUENT (mg/L)				
85	97.10	31.50	16.00	45.58	44.91	0.67	7.20	90.00
86	92.97	30.00	8.00	47.93	46.59	1.34	7.20	70.00
87	105.37	25.00	17.33	47.94	46.37	1.57	7.40	90.00
88	101.23	15.33	15.00	46.14	45.49	0.65	7.40	110.00
89	100.20	20.00	11.12	46.90	45.90	1.00	7.30	110.00
AVG.	99.37	24.37	13.49	46.90	45.85	1.05	7.30	94.00
%Effic.	75.15	85.40	90.61	10.62	9.72	37.81	8.98	98.29

INF. avg.pH= 7.00 avg.Temp= 30.50 °C
EFF. avg.pH= 7.20 avg.Temp= 29.50 °C

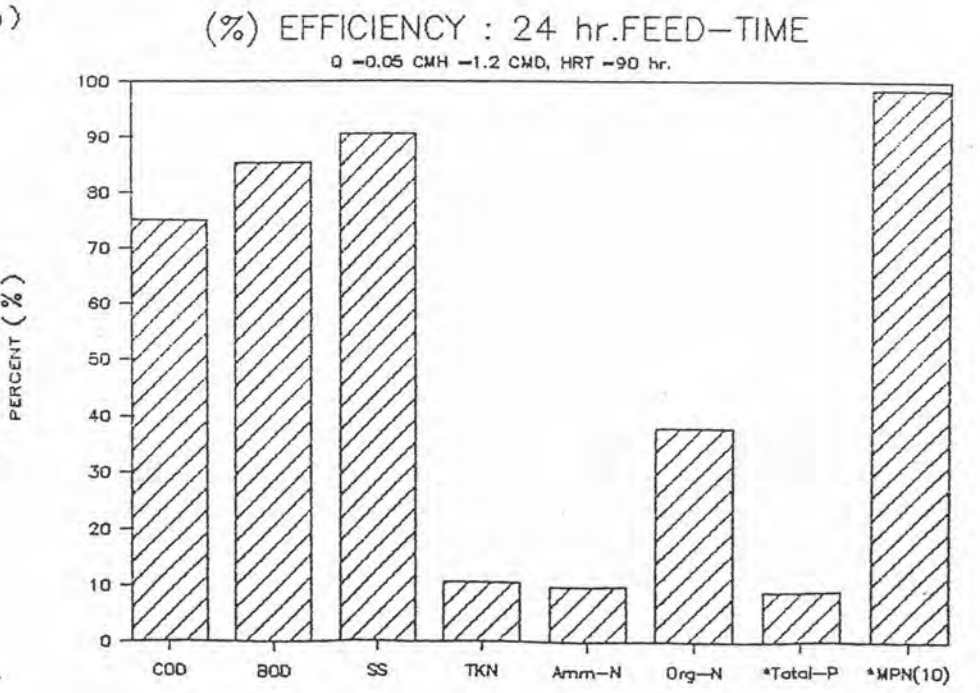
*MPN(-/100 ml)
*Total-P(mg/L as phosphorus)

@เริ่มการทดลองที่ 1 เมื่อระยะเวลาผ่านไป 73 วัน จากการเริ่มระบบ (start up)

(a)



(b)



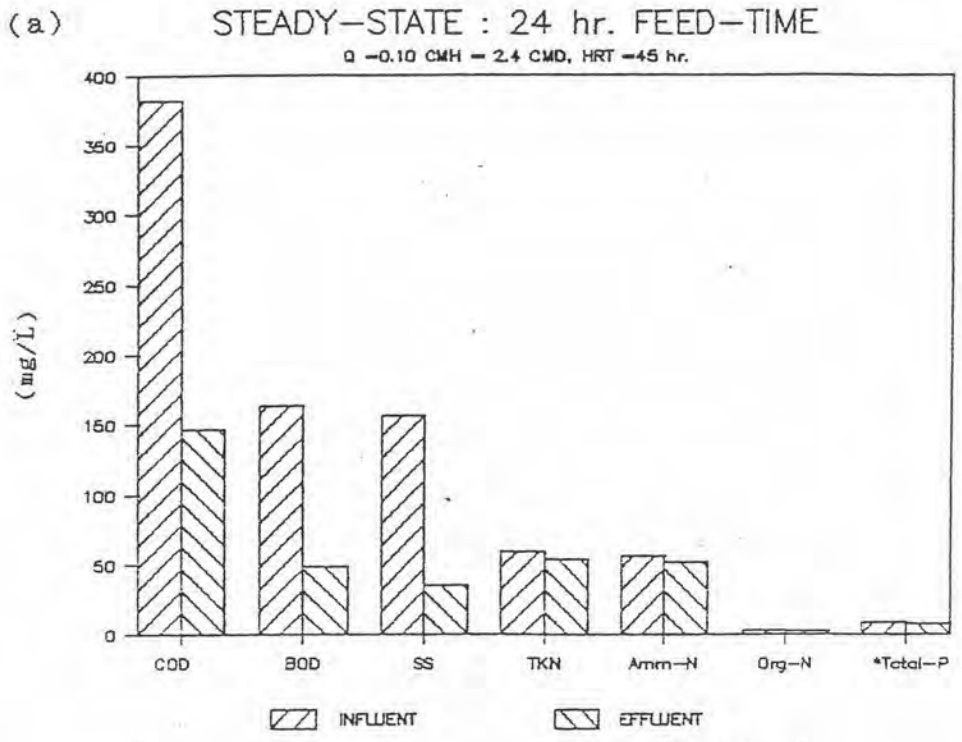
รูปที่ B1 (a) คือ INFLUENT และ EFFLUENT, (b) คือ (%) ประสิทธิภาพการกำจัดของพารามิเตอร์ต่าง ๆ เมื่อสภาวะการผ่านน้ำเสียเข้าระบบตลอด 24 ชั่วโมง

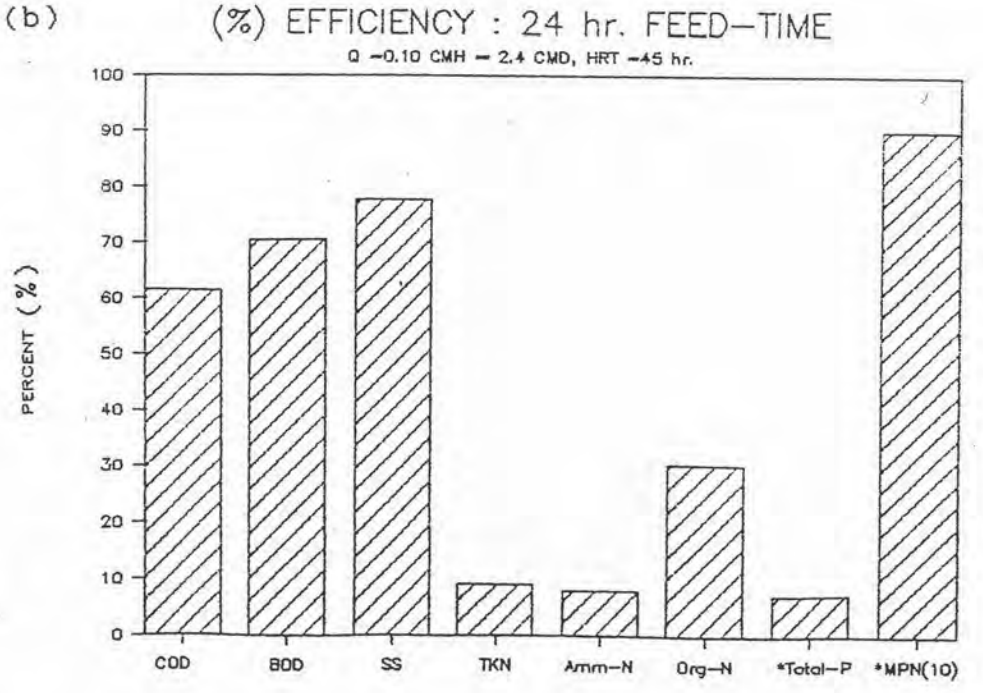
ตารางที่ B2 ค่าเฉลี่ย INFLUENT, EFFLUENT และ (%) ประสิทธิภาพการกำจัดของค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ เมื่อการผ่านน้ำเสียเข้าระบบ 24 ชั่วโมง โดยที่ Q = 0.10 CMH = 2.4 CMD, HRT = 45 ชั่วโมง

AGE(day)	COD	BOD	SS	TKN	Amm-N	Org-N	*Total-P	*MPN(10^7)
				INFLUENT (mg/L)				
126	403.34	171.00	165.00	58.03	54.88	3.15	7.50	2100.00
127	415.27	168.00	160.00	58.50	55.20	3.30	8.20	2400.00
128	389.31	154.00	153.00	60.04	56.84	3.20	8.80	1500.00
129	358.80	173.30	148.00	60.80	57.80	3.00	8.90	2100.00
130	342.51	151.00	158.00	57.80	54.60	3.20	10.20	1500.00
AVG.	381.85	163.46	156.80	59.03	55.86	3.17	8.72	1920.00
				EFFLUENT (mg/L)				
126	139.85	50.00	41.66	53.82	51.52	2.30	7.30	230.00
127	151.20	48.00	38.67	51.55	49.20	2.35	7.60	280.00
128	155.20	46.00	30.66	53.13	50.88	2.25	7.50	110.00
129	147.40	52.00	31.23	57.03	54.88	2.15	8.30	210.00
130	140.60	45.00	32.55	52.75	50.75	2.00	9.70	110.00
AVG.	146.85	48.20	34.95	53.66	51.45	2.21	8.08	188.00
%Effic.	61.54	70.51	77.71	9.11	7.91	30.28	7.34	90.21

INF. avg.pH= 7.09 avg.Temp= 28.30 °C
EFF. avg.pH= 7.15 avg.Temp= 28.23 °C

*MPN (-/100 ml.)
*Total-P (mg/L as phosphorus)





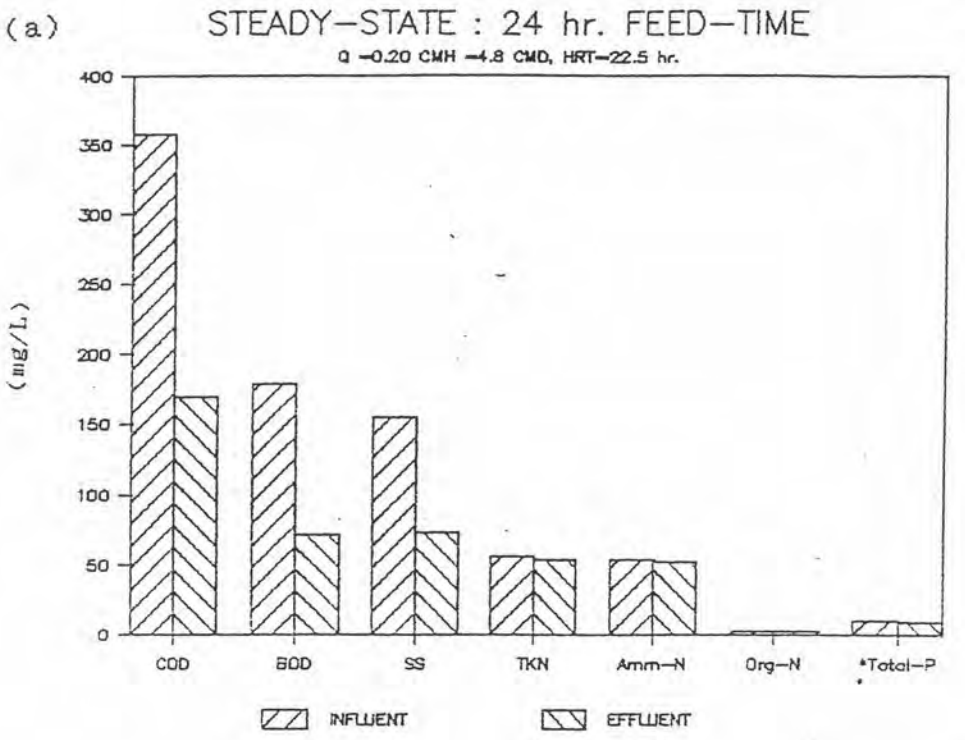
รูปที่ B2 (a) คือ INFLUENT และ EFFLUENT, (b) คือ (%) ประสิทธิภาพการกำจัดของพารามิเตอร์ต่าง ๆ เมื่อสภาวะการผ่านน้ำเสียเข้าระบบตลอด 24 ชั่วโมง

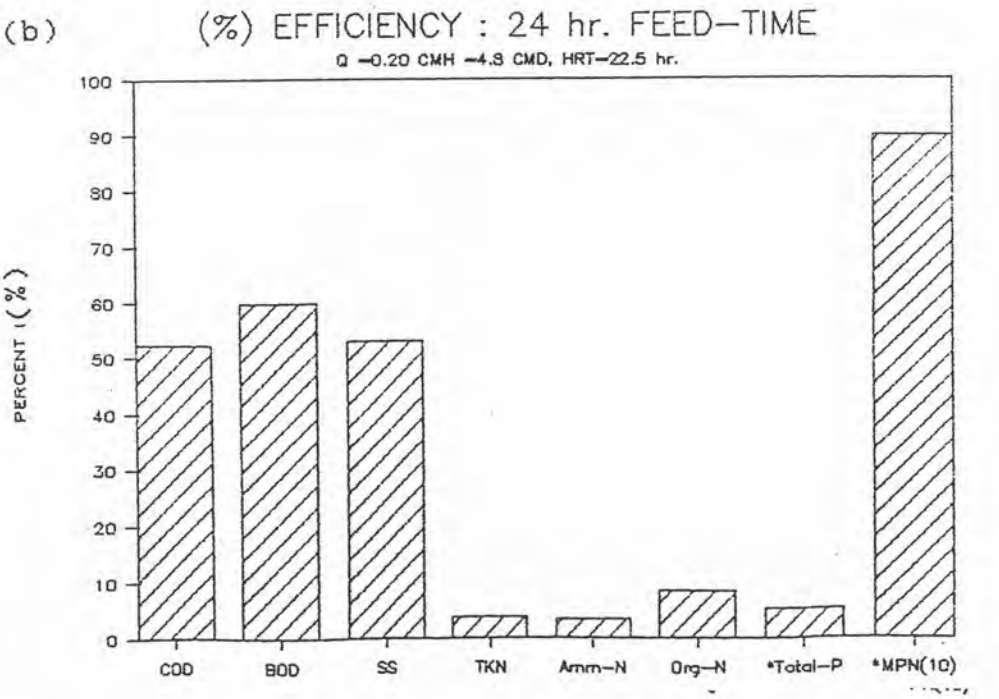
ตารางที่ B3 ค่าเฉลี่ย INFLUENT, EFFLUENT และ (%) ประสิทธิภาพการกำจัดของค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ เมื่อการผ่านน้ำเสียเข้าระบบ 24 ชั่วโมง โดยที่ Q = 0.20 CMH = 4.8 CMD, HRT = 22.5 ชั่วโมง

AGE(day)	COD	BOD	SS	TKN	Amm-N	Org-N	*Total-P	*MPN(10^7)
				INFLUENT (mg/L)				
154	358.27	184.00	134.00	56.36	54.21	2.15	11.00	2100.00
155	377.70	168.00	172.00	55.86	53.62	2.24	9.70	2400.00
156	324.82	175.00	136.00	55.44	52.97	2.47	9.20	2400.00
157	375.20	190.00	144.00	55.15	53.04	2.11	11.00	2100.00
158	351.20	179.00	188.00	56.76	54.71	2.05	10.20	2400.00
AVG.	357.44	179.20	154.80	55.91	53.71	2.20	10.22	2280.00
				EFFLUENT (mg/L)				
154	170.07	73.33	77.00	53.79	51.81	1.98	10.20	240.00
155	174.46	74.50	70.66	53.62	51.62	2.00	9.40	240.00
156	167.67	72.00	64.00	54.10	52.00	2.10	8.90	210.00
157	168.32	71.00	70.00	54.03	51.97	2.06	10.13	230.00
158	169.42	68.00	82.66	54.05	52.08	1.97	9.80	240.00
AVG.	169.99	71.77	72.86	53.92	51.90	2.02	9.69	232.00
%Effic.	52.44	59.95	52.93	3.57	3.38	8.26	5.23	89.82

INF. avg.pH= 7.03 avg.Temp= 25.50 °C
EFF. avg.pH= 7.25 avg.Temp= 26.80 °C

*MPN(-/100 ml)
*Total-P (mg/L as phosphorus)





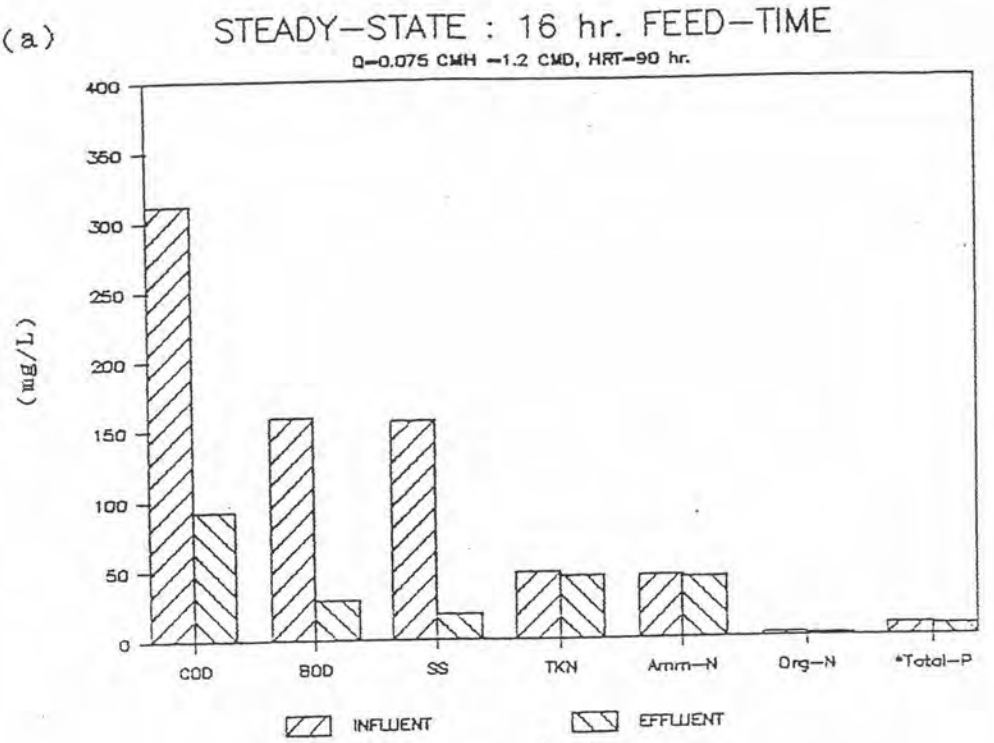
รูปที่ B3 (a) คือ INFLUENT และ EFFLUENT, (b) คือ (%) ประสิทธิภาพการกำจัดของพารามิเตอร์ต่าง ๆ เมื่อสภาวะการผ่านน้ำเสียเข้าระบบตลอด 24 ชั่วโมง

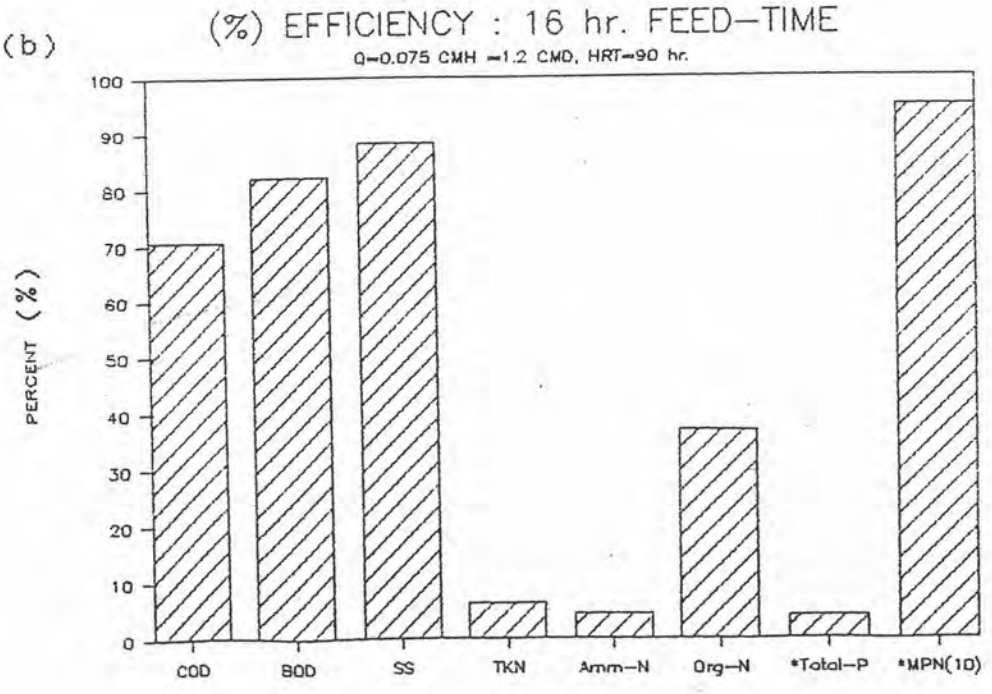
ตารางที่ B4 ค่าเฉลี่ย INFLUENT, EFFLUENT และ (%) ประสิทธิภาพการกำจัดของ ค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ
เมื่อการผ่านน้ำเสียเข้าระบบ 16 ชั่วโมงต่อวัน (8am.-16pm.) , (20pm.-4am.)
โดยที่ Q = 0.075 CMH = 1.2 CMD, HRT = 90 ชั่วโมง

AGE(day)	COD	BOD	SS	INFLUENT (mg/L) TKN	Amm-N	Org-N	*Total-P	*MPN(10^7)
227	324.70	157.00	158.00	50.64	48.00	2.64	7.80	2300.00
228	315.00	155.00	160.00	43.83	41.00	2.83	8.40	1100.00
229	300.00	161.00	172.00	47.79	45.00	2.79	8.60	1100.00
230	308.00	165.00	148.00	-	-	-	-	2300.00
231	310.00	158.00	146.00	-	-	-	-	1100.00
AVG.	311.54	159.20	156.80	47.42	44.67	2.75	8.27	1580.00
				EFFLUENT (mg/L)				
227	95.00	27.00	20.00	47.65	46.00	1.65	7.50	110.00
228	93.00	26.00	19.00	40.80	39.00	1.80	8.00	75.00
229	89.00	28.00	19.00	44.76	43.00	1.76	8.30	49.00
230	92.00	32.00	17.00	-	-	-	-	110.00
231	90.00	30.00	18.00	-	-	-	-	75.00
AVG.	91.80	28.60	18.60	44.40	42.67	1.74	7.93	83.80
%Effic.	70.53	82.04	88.14	6.36	4.48	36.92	4.03	94.70

INF. avg.pH= 7.10 avg.Temp= 33.50 °C
EFF. avg.pH= 7.20 avg.Temp= 32.80 °C

*MPN (-/100 ml)
*Total-P (mg/L as phosphorus)





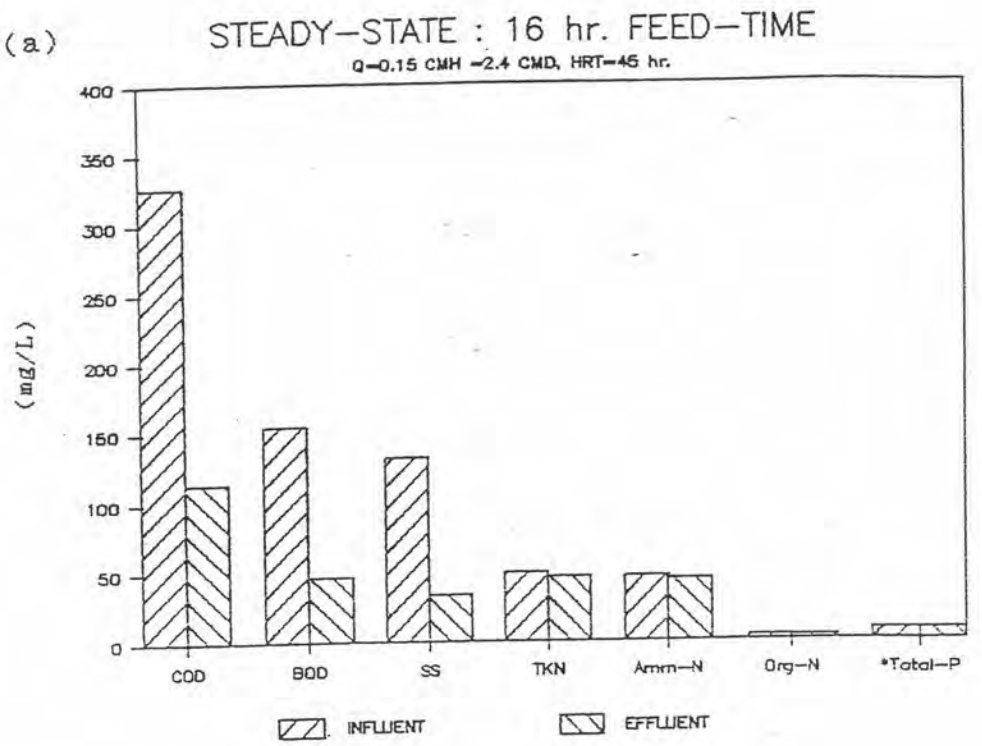
รูปที่ B4 (a) คือ INFLUENT และ EFFLUENT, (b) คือ (%) ประสิทธิภาพการกำจัดของพารามิเตอร์ต่าง ๆ เมื่อสภาวะการผ่านน้ำเสียเข้าระบบ 16 ชั่วโมงต่อวัน

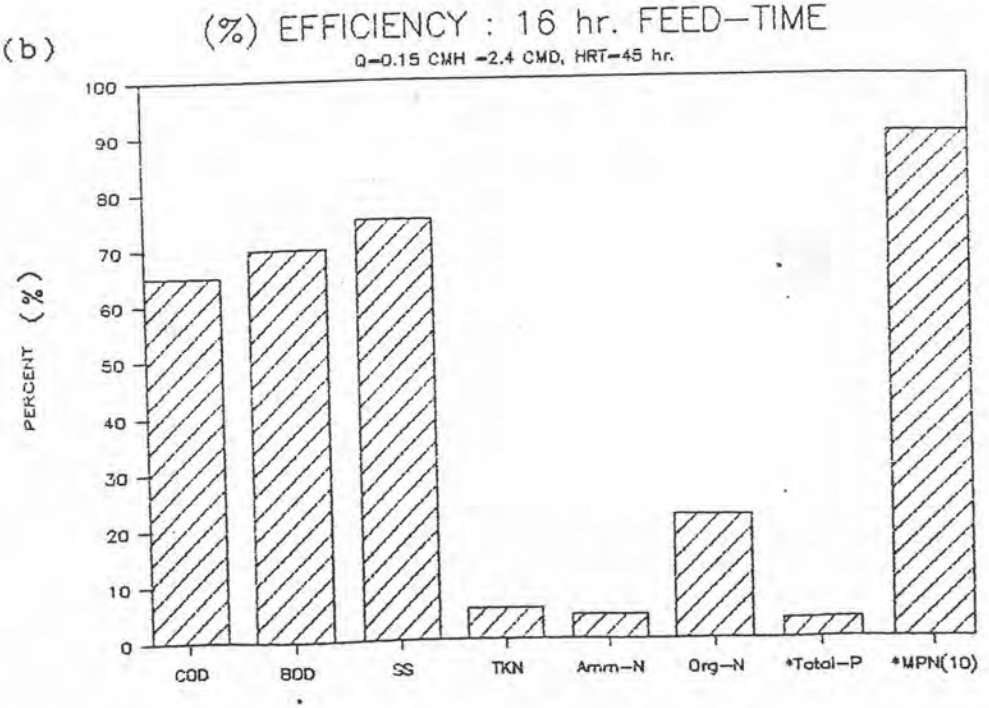
ตารางที่ B5 ค่าเฉลี่ย INFLUENT, EFFLUENT และ (%) ประสิทธิภาพการกำจัดของ ค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ
เมื่อการผ่านน้ำเสียเข้าระบบ 16 ชั่วโมงต่อวัน (8am.-16pm.) , (20pm.-4am.)
โดยที่ Q = 0.15 CMH = 2.4 CMD, HRT = 45 ชั่วโมง

AGE(day)	COD	BOD	SS	TKN	Amm-N	Org-N	*Total-P	*MPN(10^7)
				INFLUENT (mg/L)				
243	324.70	155.00	148.00	51.78	49.00	2.78	8.30	2100.00
244	330.00	150.00	132.00	45.90	43.00	2.90	8.00	2100.00
245	315.00	165.00	120.00	49.00	46.00	3.00	7.90	1400.00
246	320.00	160.00	115.00	-	-	-	-	2100.00
247	340.00	140.00	146.00	-	-	-	-	1100.00
AVG.	325.94	154.00	132.20	48.89	46.00	2.89	8.07	1760.00
				EFFLUENT (mg/L)				
243	112.00	46.00	38.00	48.65	46.00	2.65	8.00	210.00
244	115.00	44.00	32.00	43.95	42.00	1.95	7.75	240.00
245	110.00	52.00	30.00	46.19	44.00	2.19	7.60	110.00
246	113.00	48.00	29.00	-	-	-	-	230.00
247	120.00	42.00	36.00	-	-	-	-	110.00
AVG.	114.00	46.40	33.00	46.26	44.00	2.26	7.78	180.00
%Effic.	65.02	69.87	75.04	5.38	4.35	21.77	3.51	89.77

INF. avg.pH= 7.00 avg.Temp= 31.80 °C
EFF. avg.pH= 7.30 avg.Temp= 31.50 °C

*MPN (-/100 ml)
*Total-P (mg/L as phosphorus)





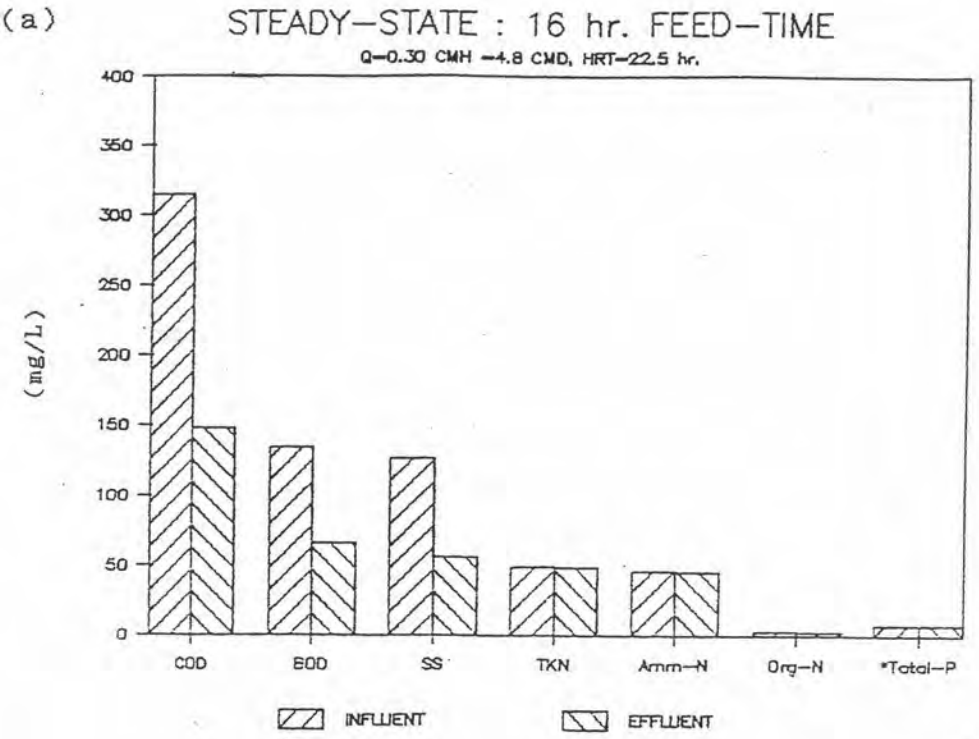
รูปที่ B5 (a) คือ INFLUENT และ EFFLUENT, (b) คือ (%) ประสิทธิภาพการกำจัดของพารามิเตอร์ต่าง ๆ เมื่อสภาวะการผ่านน้ำเสียเข้าระบบ 16 ชั่วโมงต่อวัน

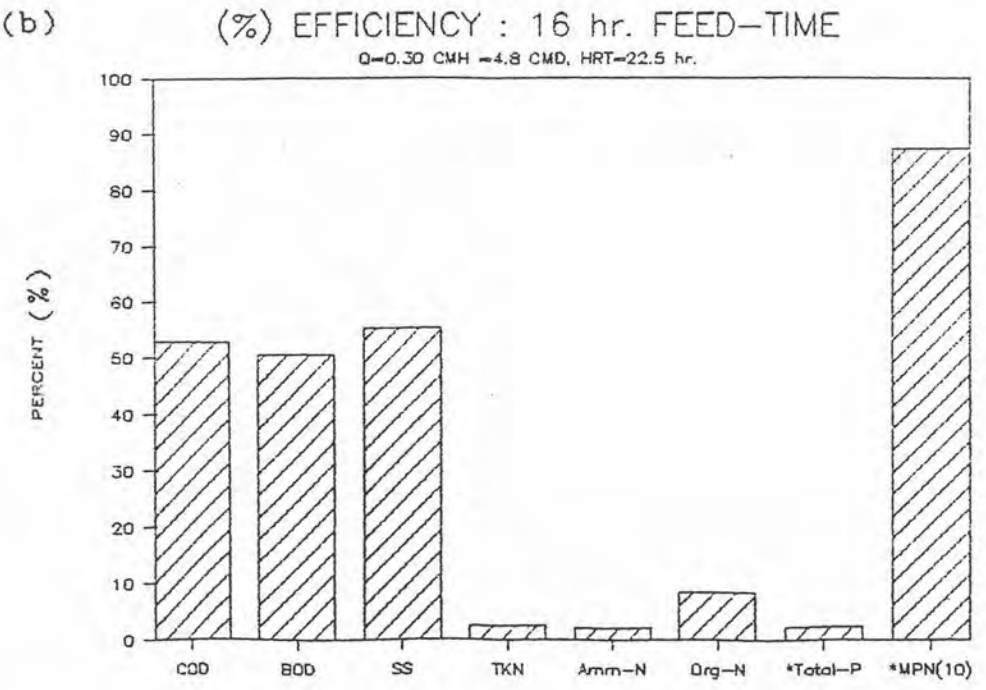
ตารางที่ B6 ค่าเฉลี่ย INFLUENT, EFFLUENT และ (%) ประสิทธิภาพการกำจัดของ ค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ
เมื่อการผ่านน้ำเสียเข้าระบบ 16 ชั่วโมงต่อวัน (8am.-16pm.) , (20pm.-4am.)
โดยที่ Q = 0.30 CMH = 4.8 CMD, HRT = 22.5 ชั่วโมง

AGE(day)	COD	BOD	SS	TKN	Amm-N	Org-N	*Total-P	*MPN(10)^7
				INFLUENT (mg/L)				
259	300.00	120.00	122.00	52.80	50.00	2.80	8.40	2300.00
260	310.00	129.00	118.00	44.95	42.00	2.95	8.10	2100.00
261	315.00	148.00	120.00	50.10	47.00	3.10	8.00	1400.00
262	319.00	149.00	125.00	-	-	-	-	2100.00
263	330.00	125.00	148.00	-	-	-	-	2300.00
AVG.	314.80	134.20	126.60	49.28	46.33	2.95	8.17	2040.00
				EFFLUENT (mg/L)				
259	142.00	65.00	55.00	50.60	48.00	2.60	8.25	230.00
260	145.00	68.00	52.00	44.70	42.00	2.70	7.80	230.00
261	150.00	63.00	53.00	48.80	46.00	2.80	7.90	210.00
262	149.00	67.00	57.00	-	-	-	-	230.00
263	156.00	68.00	65.00	-	-	-	-	390.00
AVG.	148.40	66.20	56.40	48.03	45.33	2.70	7.98	258.00
%Effic.	52.86	50.67	55.45	2.54	2.16	8.47	2.24	87.35

INF. avg.pH= 7.00 avg.Temp= 30.80 °C
EFF. avg.pH= 7.28 avg.Temp= 30.20 °C

*MPN(-/100 ml)
*Total-P (mg/L as phosphorus)





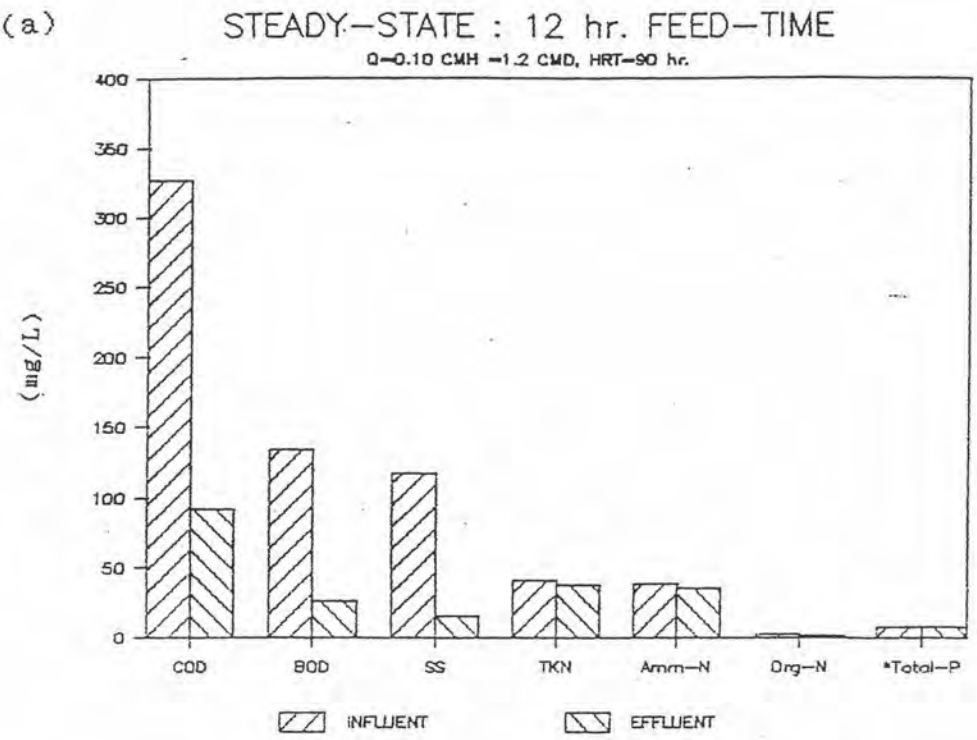
รูปที่ B6 (a) คือ INFLUENT และ EFFLUENT, (b) คือ (%) ประสิทธิภาพการกำจัดของพารามิเตอร์ต่าง ๆ เมื่อสภาวะการผ่านน้ำเสียเข้าระบบ 16 ชั่วโมงต่อวัน

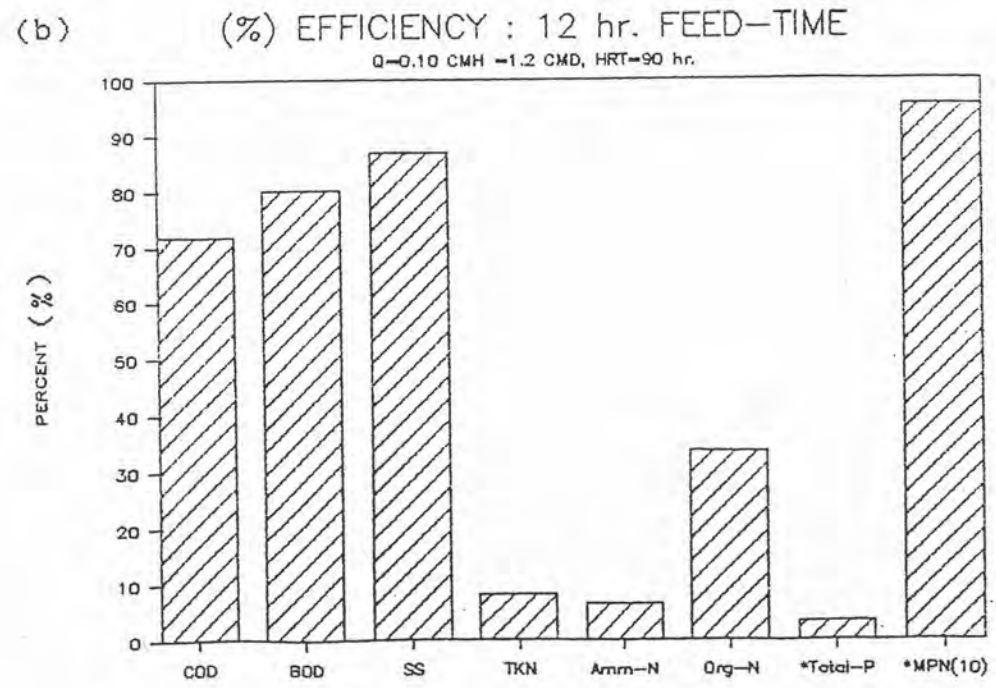
ตารางที่ B7 ค่าเฉลี่ย INFLUENT, EFFLUENT และ (%) ประสิทธิภาพการกำจัดของ ค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ
เมื่อการผ่านน้ำเสียเข้าระบบ 12 ชั่วโมงต่อวัน (8am.-14pm.) , (20pm.-2am.)
โดยที่ Q = 0.10 CMH = 1.2 CMD, HRT = 90 ชั่วโมง

AGE(day)	COD	BOD	SS	TKN	Amm-N	Org-N	*Total-P	*MPN(10^7)
				INFLUENT (mg/L)				
175	315.00	145.00	109.00	39.04	36.40	2.64	8.20	1100.00
176	324.70	150.00	116.00	40.83	38.00	2.83	8.00	4900.00
177	325.20	130.00	114.00	42.79	40.00	2.79	7.70	1100.00
178	330.00	125.00	127.00	-	-	-	-	2100.00
179	338.00	120.00	119.00	-	-	-	-	1100.00
AVG.	326.58	134.00	117.00	40.89	38.13	2.75	7.97	2060.00
				EFFLUENT (mg/L)				
175	94.00	28.00	13.33	36.03	34.00	2.03	8.00	75.00
176	93.00	30.00	15.66	38.13	36.20	1.93	7.60	110.00
177	90.00	25.00	16.00	38.52	37.00	1.52	7.50	75.00
178	91.00	26.00	17.23	-	-	-	-	110.00
179	92.00	24.00	14.51	-	-	-	-	110.00
AVG.	92.00	26.60	15.35	37.56	35.73	1.83	7.70	96.00
%Effic.	71.83	80.15	86.88	8.14	6.29	33.66	3.35	95.34

INF. avg.pH= 7.06 avg.Temp= 27.70 °C
EFF. avg.pH= 7.35 avg.Temp= 28.90 °C

*MPN (-/100 ml)
*Total-P (mg/L as phosphorus)





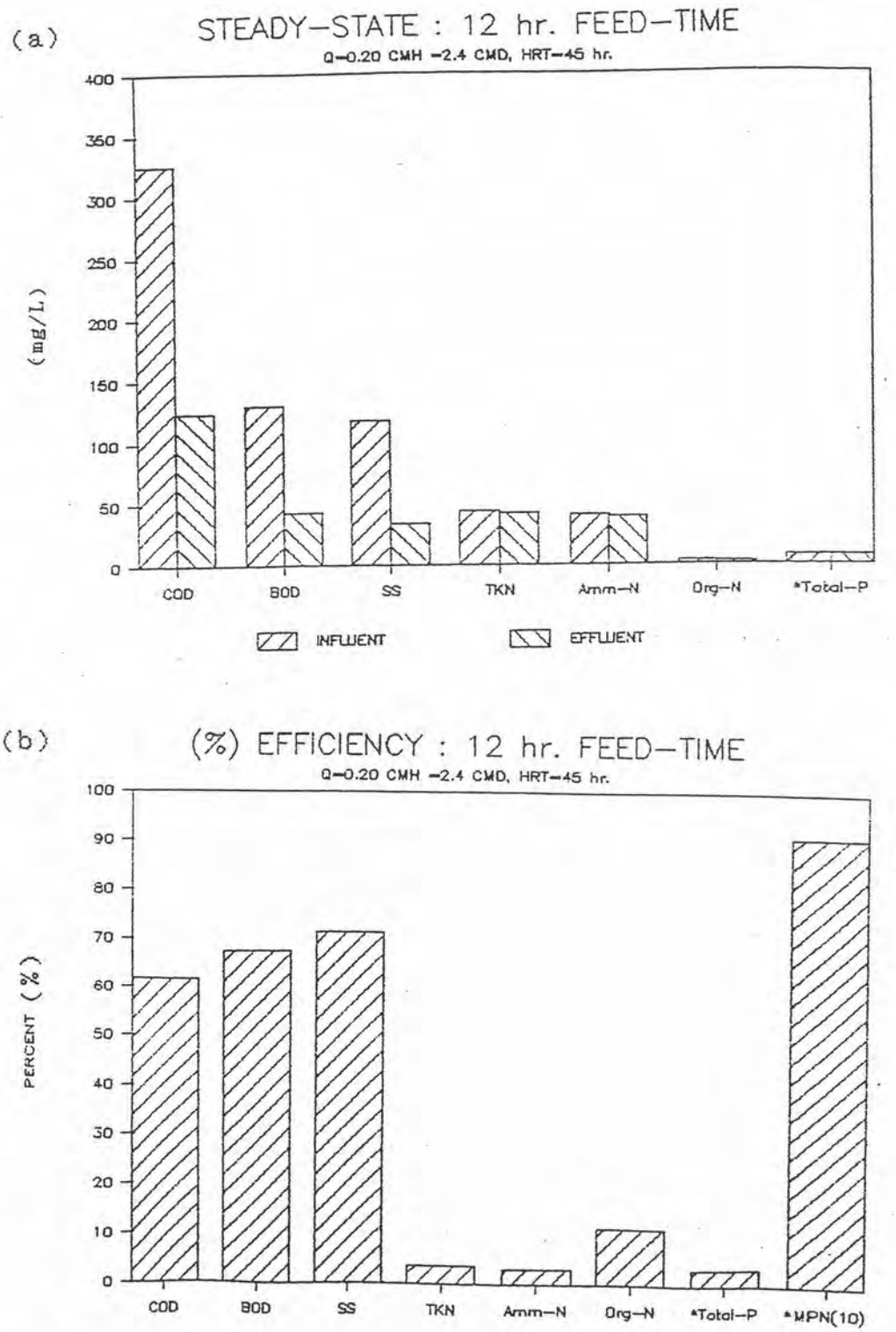
รูปที่ B7 (a) คือ INFLUENT และ EFFLUENT, (b) คือ (%) ประสิทธิภาพการกำจัดของพารามิเตอร์ต่าง ๆ เมื่อสภาวะการผ่านน้ำเสียเข้าระบบ 12 ชั่วโมงต่อวัน

ตารางที่ B8 ค่าเฉลี่ย INFLUENT, EFFLUENT และ (%) ประสิทธิภาพการกำจัดของ ค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ
เมื่อการผ่านน้ำเสียเข้าระบบ 12 ชั่วโมงต่อวัน (8am.-14pm.) , (20pm.-2am.)
โดยที่ Q = 0.20 CMH = 2.4 CMD, HRT = 45 ชั่วโมง

AGE(day)	COD	BOD	SS	TKN	Amm-N	Org-N	*Total-P	*MPN(10^7)
				INFLUENT (mg/L)				
190	310.00	130.00	126.00	42.03	38.83	3.20	8.80	2400.00
191	333.00	136.00	118.00	43.82	40.72	3.10	8.00	1100.00
192	330.00	129.00	120.00	44.90	42.10	2.80	7.80	2100.00
193	320.00	134.00	117.00	-	-	-	-	2100.00
194	332.00	122.00	111.00	-	-	-	-	1100.00
AVG.	325.00	130.20	118.40	43.58	40.55	3.03	8.20	1760.00
				EFFLUENT (mg/L)				
190	119.00	42.00	36.00	40.24	37.36	2.88	8.60	120.00
191	128.00	44.00	33.00	42.06	39.32	2.74	7.70	210.00
192	127.00	45.00	35.00	43.59	41.16	2.43	7.50	110.00
193	123.00	42.00	34.00	_	_	_	_	240.00
194	126.00	40.00	32.00	_	_	_	_	120.00
AVG.	124.60	42.60	34.00	41.96	39.28	2.68	7.93	160.00
%Effic.	61.66	67.28	71.28	3.72	3.13	11.54	3.25	90.91

INF. avg.pH= 7.10 avg.Temp= 27.00 °C
EFF. avg.pH= 7.30 avg.Temp= 27.50 °C

*MPN (-/100 ml)
*Total-P (mg/L as phosphorus)



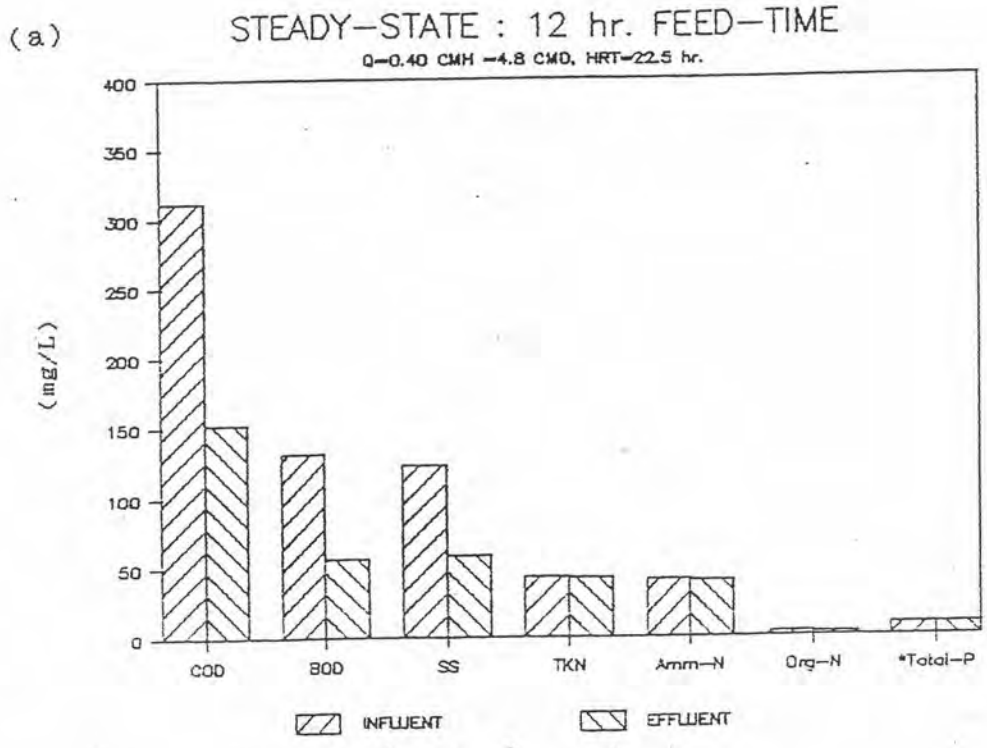
รูปที่ B8 (a) คือ INFLUENT และ EFFLUENT, (b) คือ (%) ประสิทธิภาพการกำจัดของพารามิเตอร์ต่าง ๆ เมื่อสภาวะการผ่านน้ำเสียเข้าระบบ 12 ชั่วโมงต่อวัน

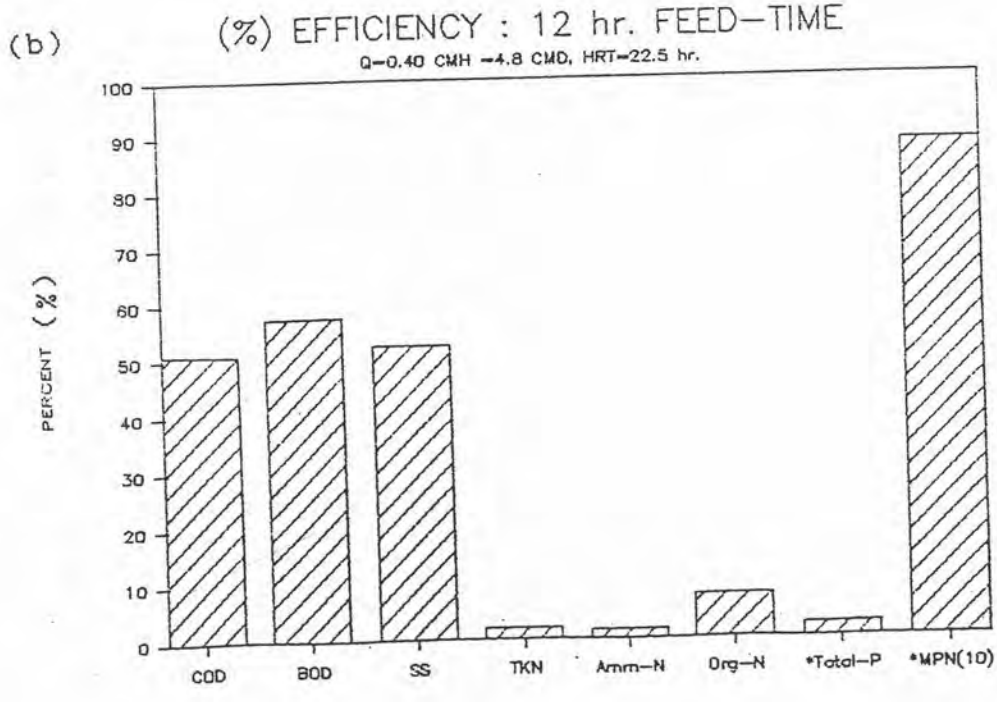
ตารางที่ B9 ค่าเฉลี่ย INFLUENT, EFFLUENT และ (%) ประสิทธิภาพการกำจัดของ ค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ
เมื่อการผ่านน้ำเสียเข้าระบบ 12 ชั่วโมงต่อวัน (8am.-14pm.) , (20pm.-2am.)
โดยที่ Q = 0.40 CMH = 4.8 CMD, HRT = 22.5 ชั่วโมง

AGE(day)	COD	BOD	SS	TKN	Amm-N	Org-N	*Total-P	*MPN(10^7)
				INFLUENT (mg/L)				
208	300.10	133.32	128.00	42.55	39.80	2.75	8.90	2400.00
209	311.19	135.00	125.00	42.99	40.10	2.89	8.50	1100.00
210	329.28	121.80	133.00	44.16	41.15	3.01	9.20	2100.00
211	300.20	128.00	113.00	-	-	-	-	1100.00
212	316.30	139.00	117.00	-	-	-	-	2100.00
AVG.	311.41	131.42	123.20	43.23	40.35	2.88	8.87	1760.00
				EFFLUENT (mg/L)				
208	148.00	59.00	59.00	41.08	38.50	2.58	8.80	390.00
209	153.00	63.00	60.00	42.34	39.87	2.47	8.30	110.00
210	161.00	57.00	63.00	43.75	40.80	2.95	8.90	240.00
211	147.00	50.00	54.00	-	-	-	-	110.00
212	152.00	51.00	57.00	-	-	-	-	210.00
AVG.	152.20	56.00	58.60	42.39	39.72	2.67	8.67	212.00
%Effic.	51.13	57.39	52.44	1.95	1.55	7.51	2.26	87.95

INF. avg.pH= 7.20 avg.Temp= 29.50 °C
EFF. avg.pH= 7.45 avg.Temp= 28.50 °C

*MPN (-/100 ml)
*Total-P (mg/L as phosphorus)





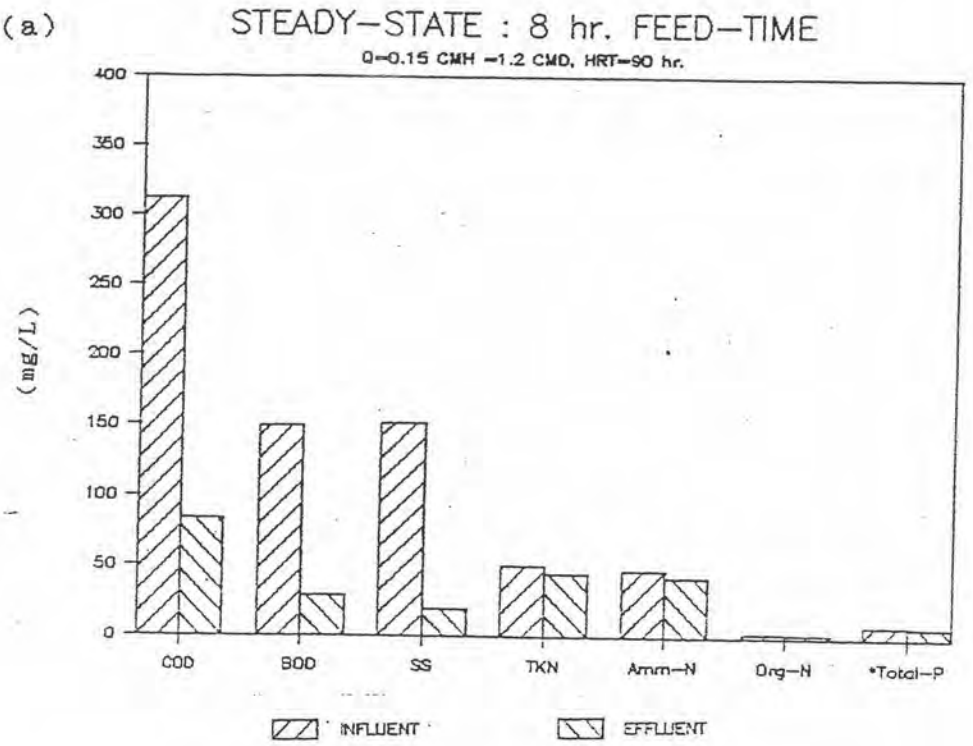
รูปที่ 89 (a) คือ INFLUENT และ EFFLUENT, (b) คือ (%) ประสิทธิภาพการกำจัดของพารามิเตอร์ต่าง ๆ เมื่อสภาวะการผ่านน้ำเสียเข้าระบบ 12 ชั่วโมงต่อวัน

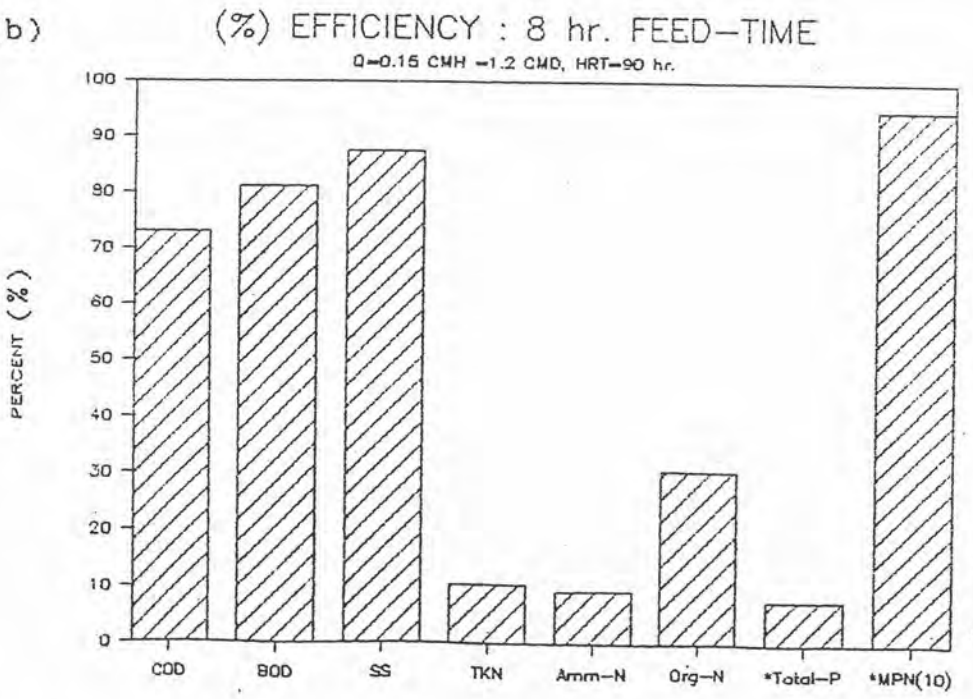
ตารางที่ B10 ค่าเฉลี่ย INFLUENT, EFFLUENT และ (%) ประสิทธิภาพการกำจัดของ ค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ
เมื่อการผ่านน้ำเสียเข้าระบบ 8 ชั่วโมงต่อวัน (8am.-12am.) , (20pm.-0am.)
โดยที่ Q = 0.15 CMH = 1.2 CMD, HRT = 90 ชั่วโมง

AGE(day)	COD	BOD	SS	TKN	Amm-N	Org-N	*Total-P	*MPN(10^7)
				INFLUENT (mg/L)				
268	300.00	147.00	133.00	52.87	50.00	2.87	7.90	2100.00
269	310.00	145.00	145.00	45.90	43.00	2.90	8.30	2300.00
270	315.00	153.00	155.00	50.10	47.00	3.10	8.50	1100.00
271	305.00	155.00	164.00	-	-	-	-	2300.00
272	330.00	150.00	159.00	-	-	-	-	1100.00
AVG.	312.00	150.00	151.20	49.62	46.67	2.96	8.23	1780.00
				EFFLUENT (mg/L)				
268	86.00	28.00	17.00	46.95	45.00	1.95	7.20	110.00
269	85.00	29.00	18.00	41.85	40.00	1.85	7.70	110.00
270	82.00	30.00	19.00	44.35	42.00	2.35	7.90	75.00
271	80.00	30.00	21.00	_	_	_	_	110.00
272	87.00	25.00	20.00	_	_	_	_	49.00
AVG.	84.00	28.40	19.00	44.38	42.33	2.05	7.60	90.80
%Effic.	73.08	81.07	87.43	10.56	9.29	30.67	7.69	94.90

INF. avg.pH= 7.10 avg.Temp= 33.50 °C
EFF. avg.pH= 7.20 avg.Temp= 32.80 °C

*MPN (-/100 ml)
*Total-P (mg/L as phosphorus)





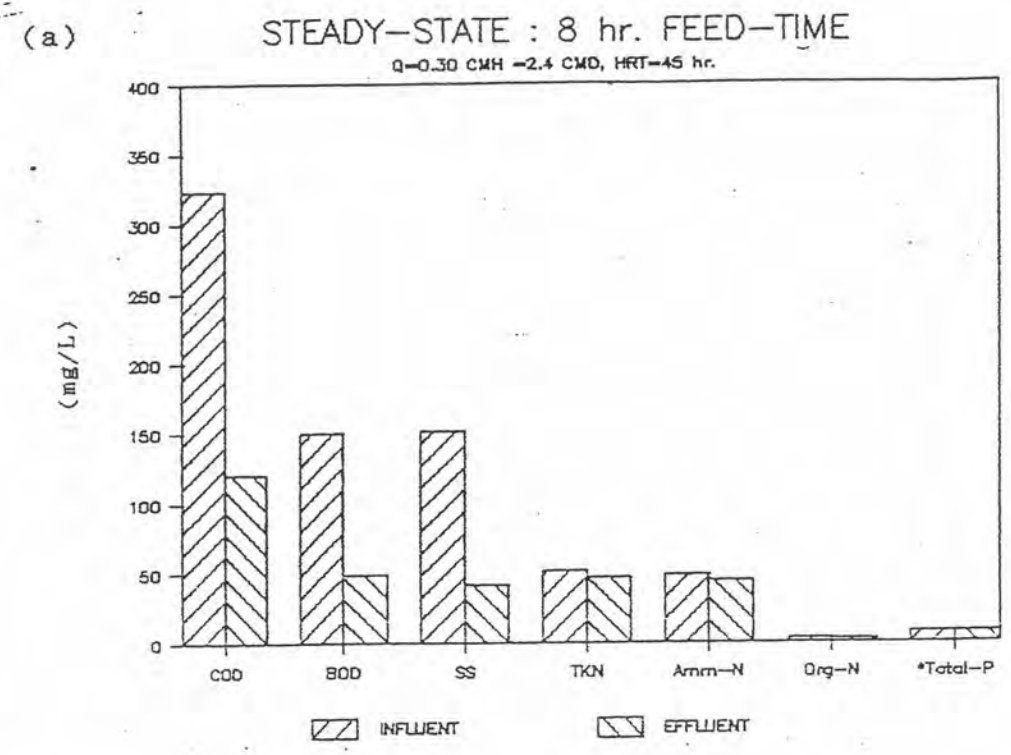
รูปที่ B10 (a) คือ INFLUENT และ EFFLUENT, (b) คือ (%) ประสิทธิภาพการกำจัดของพารามิเตอร์ต่าง ๆ เมื่อสภาวะการผ่านน้ำเสียเข้าระบบ 8 ชั่วโมงต่อวัน

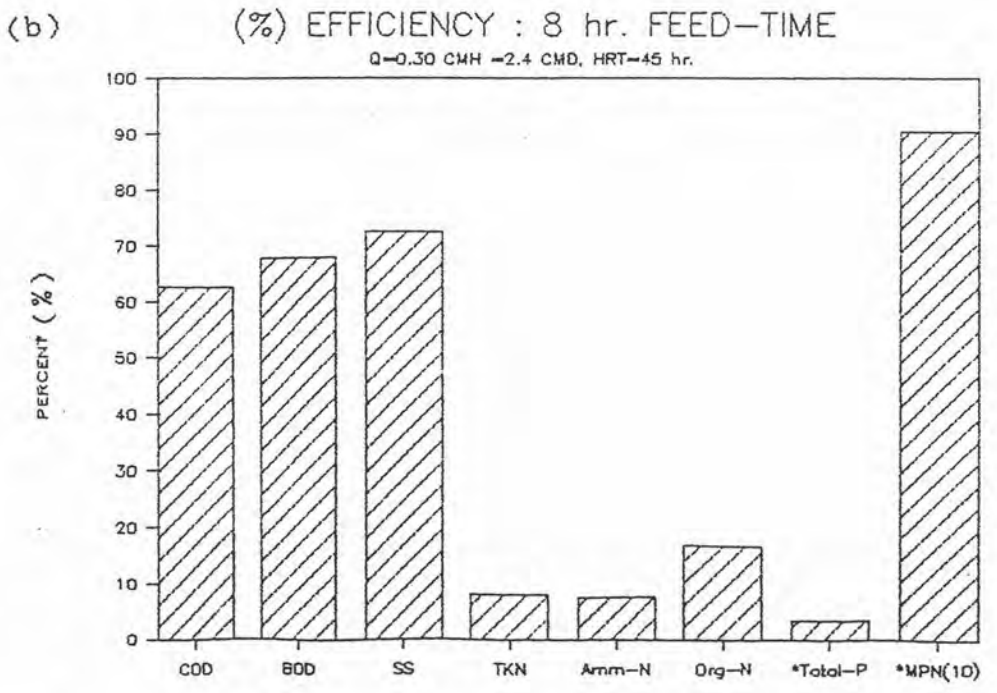
ตารางที่ B11 ค่าเฉลี่ย INFLUENT, EFFLUENT และ (%) ประสิทธิภาพการกำจัดของ ค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ
เมื่อการผ่านน้ำเสียเข้าระบบ 8 ชั่วโมงต่อวัน (8am.-12am.) , (20pm.-0am.)
โดยที่ Q = 0.30 CMH = 2.4 CMD, HRT = 45 ชั่วโมง

AGE(day)	COD	BOD	SS	TKN	Amm-N	Org-N	*Total-P	*MPN(10^7)
				INFLUENT (mg/L)				
277	305.00	145.00	140.00	54.00	51.00	3.00	8.30	2300.00
278	324.00	155.00	145.00	48.90	46.00	2.90	8.00	2100.00
279	324.00	143.00	150.00	51.10	48.00	3.10	7.90	1100.00
280	320.00	150.00	155.00	-	-	-	-	2100.00
281	340.00	160.00	165.00	-	-	-	-	1400.00
AVG.	322.60	150.60	151.00	51.33	48.33	3.00	8.07	1800.00
				EFFLUENT (mg/L)				
277	115.00	50.00	37.00	49.60	47.00	2.60	8.00	230.00
278	121.00	52.00	40.00	45.40	43.00	2.40	7.75	210.00
279	123.00	47.00	42.00	46.50	44.00	2.50	7.60	110.00
280	117.00	45.00	44.00	-	-	-	-	210.00
281	126.00	48.00	45.00	-	-	-	-	110.00
AVG.	120.40	48.40	41.60	47.17	44.67	2.50	7.78	174.00
%Effic.	62.68	67.86	72.45	8.12	7.59	16.67	3.51	90.33

INF. avg.pH= 7.00 avg.Temp= 34.00 °C
EFF. avg.pH= 7.20 avg.Temp= 33.50 °C

*MPN (-/100 ml)
*Total-P (mg/L as phosphorus)





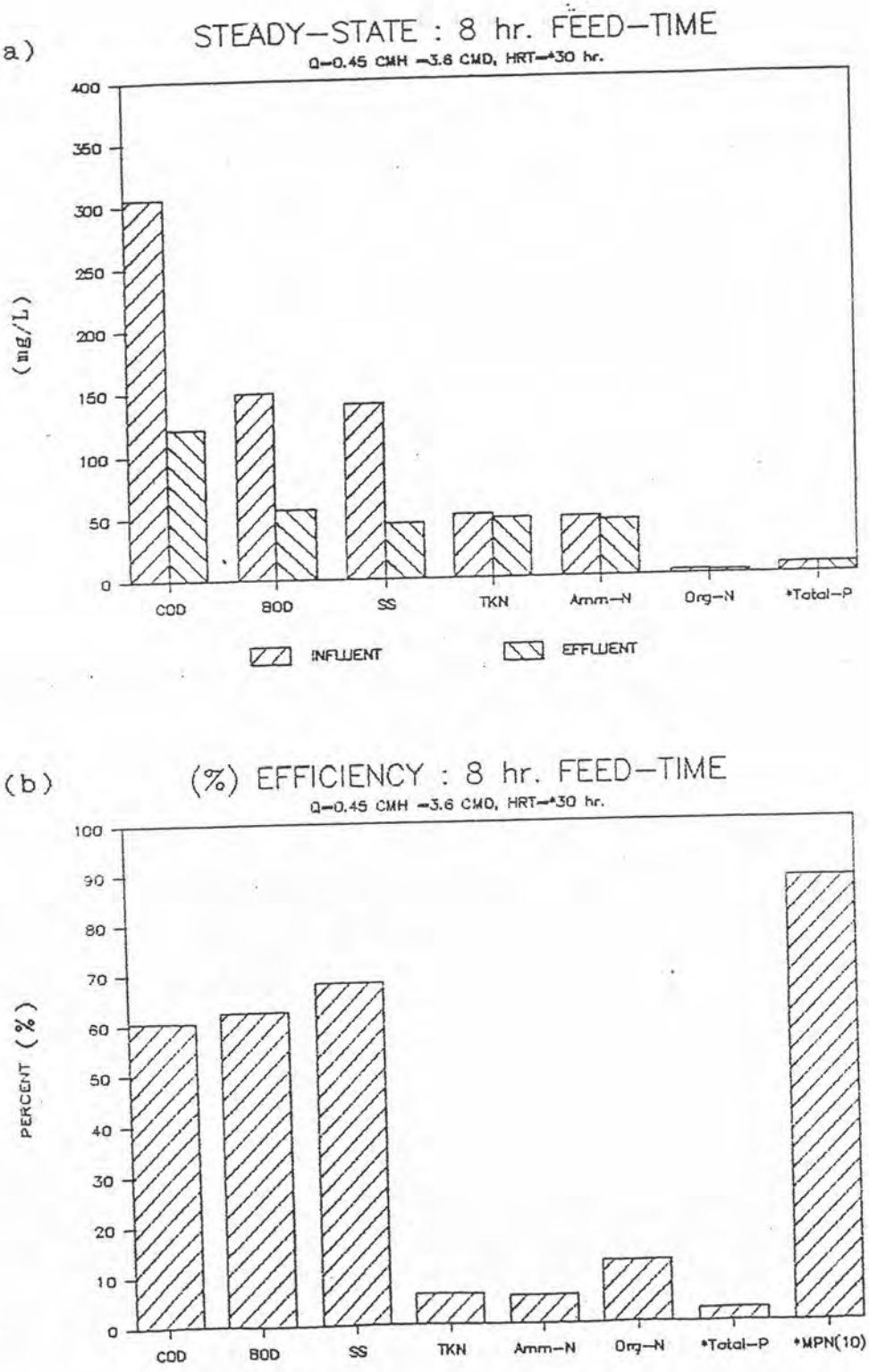
รูปที่ B11 (a) คือ INFLUENT และ EFFLUENT, (b) คือ (%) ประสิทธิภาพการกำจัดของพารามิเตอร์ต่าง ๆ เมื่อสภาวะการผ่านน้ำเสียเข้าระบบ 8 ชั่วโมงต่อวัน

ตารางที่ B12 ค่าเฉลี่ย INFLUENT, EFFLUENT และ (%) ประสิทธิภาพการกำจัดของ ค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ
เมื่อการผ่านน้ำเสียเข้าระบบ 8 ชั่วโมงต่อวัน (8am.-12am.) , (20pm.-0am.)
โดยที่ Q = 0.45 CMH = 3.6 CMD, *HRT = 90 ชั่วโมง

AGE(day)	COD	BOD	SS	TKN	Amm-N	Org-N	*Total-P	*MPN(10^7)
				INFLUENT (mg/L)				
291	300.00	142.00	147.00	53.10	50.00	3.10	8.40	2400.00
292	309.00	150.00	124.00	49.80	47.00	2.80	8.10	2300.00
293	315.00	145.00	139.00	49.00	46.00	3.00	8.00	1100.00
294	300.00	151.00	150.00	-	-	-	-	2100.00
295	304.00	162.00	142.00	-	-	-	-	1400.00
AVG.	305.60	150.00	140.40	50.63	47.67	2.97	8.17	1860.00
				EFFLUENT (mg/L)				
291	120.00	54.00	47.00	50.80	48.00	2.80	8.20	240.00
292	121.00	53.00	40.00	45.40	43.00	2.40	7.90	210.00
293	125.00	55.00	44.00	46.60	44.00	2.60	7.80	210.00
294	119.00	59.00	48.00	_	_	_	_	210.00
295	121.00	60.00	45.00	_	_	_	_	230.00
AVG.	121.20	56.20	44.80	47.60	45.00	2.60	7.97	220.00
%Effic.	60.34	62.53	68.09	5.99	5.59	12.36	2.45	88.17

INF. avg.pH= 7.05 avg.Temp= 33.00 °C
EFF. avg.pH= 7.25 avg.Temp= 32.50 °C

*MPN (-/100 ml)
*Total-P (mg/L as phosphorus)



รูปที่ B12 (a) คือ INFLUENT และ EFFLUENT, (b) คือ (%) ประสิทธิภาพการกำจัดของพารามิเตอร์ต่าง ๆ เมื่อสภาวะการผ่านน้ำเสียเข้าระบบ 8 ชั่วโมงต่อวัน

ภาคผนวก ค.

วิธีวิเคราะห์น้ำทิ้ง (Standard Methods 1985)

1. พีเอช (pH)

วิเคราะห์โดยการวัดด้วย ph meter ชนิด glass electrode meter และ pH-paper เป็นกระดาษเทียบสีวัดค่า pH อยู่ในช่วง 6-8

2. อุณหภูมิ (temperature)

วิเคราะห์ด้วยการใช้เครื่องมือเรียกว่า Thermometer ชนิดปรอทหน่วยเป็นองศาเซลเซียส (°C) วัดค่าได้ 0 - 100 ° C

3. SS (suspended solids)

วิเคราะห์โดยใช้ตัวอย่างน้ำเสีย 50 ml กรองผ่านกระดาษใยแก้ว (glass fiber filter paper) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 7 cm (#GF/C) ซึ่งผ่านการอบแห้งกับ evaporation dish แล้วในเตาอบที่อุณหภูมิ 103° C ประมาณ 1 ชั่วโมง ทิ้งให้เย็นใน dessicator แล้วชั่งน้ำหนักกระดาษกรองพร้อม dish จดน้ำหนักเริ่มต้นไว้ เมื่อนำน้ำเสียกรองผ่านกระดาษใยแก้วโดยวิธี suction pump ให้เกิด vacuum (Buchner funnel) นำกระดาษกรองที่มีตะกอนติดอยู่ใส่ใน dish แล้วเข้าอบแห้งในเตาอบที่ 103° C ประมาณ 1 ชั่วโมง ทิ้งให้เย็นใน dessicator แล้วชั่งน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น การคำนวณ ดังนี้

$$\frac{(B-A) \times 10^6}{\text{ml sample}}$$ หน่วยเป็น mg/L หรือ ppm

A = น้ำหนักกระดาษกรอง + dish (หน่วย gm)

B = น้ำหนักกระดาษกรอง + ตะกอน + dish (หน่วย gm)

4. COD (Chemical Oxygen Demand)

สำหรับตัวอย่างที่มี COD > 50 mg/L

วิเคราะห์โดยใช้ตัวอย่างน้ำเสีย 20 ml ลงใน 250 ml refluxing flask เติม $HgSO_4$ (powder) 0.4 gm ใส่ลูกแก้ว (glass bead) 5-6 เม็ด เติม $K_2Cr_2O_7$ soln. (0.25 N) ลงไป 10 ml แล้วจึงค่อย ๆ เติมกรด sulfuric acid with silver

sulfate (H_2SO_4 + Ag_2So_4) ลงไปใน flask อย่างช้าง ๆ จำนวน 30 ml ต่อ refluxing flask เข้ากับ condenser เปิดน้ำหล่อ condenser เปิดไฟ (hot plate) ทำการ reflux เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ระหว่าง reflux ใช้ beaker ปิดปลายด้านบนของ condenser เมื่อครบเวลาแล้วรอให้เย็นแล้วฉีดน้ำกลั่นล้าง condenser ถอด refluxing flask ออก เติมน้ำกลั่นประมาณ 60 ml แล้วไตเตรทกับ standard ferrousammonium sulfate titrant 0.25 N โดยใช้ ferrous indicator 2-3 หยด จุดยุติ (end point) จะเป็นสีน้ำตาลแดง การทำ Blank เช่นเดียวกับตัวอย่างทุกประการ แต่ใช้น้ำกลั่นแทนน้ำเสียตัวอย่าง

สูตรคำนวณค่า COD

$$COD\ (mg/L) = \frac{(A-B)N \times 8000}{ml\ sample}$$

A = ml ของ $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2$ ในการไตเตรทกับ น้ำเสียตัวอย่าง

B = ml ของ $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2$ ในการไตเตรทกับ Blank

N = normality ของ $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2$

5. BOD (Biochemical Oxygen Demand)

วิธีวิเคราะห์ใช้วิธี Dilution Method

5.1 การเตรียมน้ำเจือจางโดย น้ำกลั่น 1 ลิตร อุณหภูมิ 20° C เป่าอากาศ 1 ชั่วโมง เติมสารอาหาร 4 ชนิด อย่างละ 1 ml/L ดังนี้คือ $CaCl_2$, $MgSO_4$, phosphate buffer และ $FeCl_3$

5.2 การคำนวณ (%) sample จากข้อมูลที่ได้มีการประเมินผลไว้แล้วเช่น

(%) sample	BOD (mg/L)
1	200 - 700
5	40 - 140
10	20 - 70

5.3 วิเคราะห์ DO_o และ DO_s ด้วยวิธี Modified Winkter Method โดยใช้น้ำเสียตัวอย่างเจือจางตาม (%) sample เช่นการวิจัยนี้ (%) sample คือ 2, 5 และ 10 ใส่

น้ำเสียตัวอย่างในขวด BOD ขนาด 300 ml แล้ว siphon น้ำเจือจางลงไปที่ก้นขวดให้แน่ใจว่าไม่มีฟองอากาศติดค้างอยู่เมื่อปิดฝาขวดแล้ว ส่วนที่จะเคราะห์ DO_s นั้นให้นำขวด BOD ของน้ำตัวอย่าง และ Blank ไปควบคุมอุณหภูมิ (incubate) ที่ 20° C เป็นเวลา 5 วัน จึงวิเคราะห์เช่นเดียวกับ DO_o ดังนี้คือ นำขวดน้ำตัวอย่าง และ Blank มาเติมสารละลาย $MnSO_4$ และ Alkali-Iodide-Azide ทันทีอย่างละ 2 ml ปิดจุกขวดแล้วคว่ำขวดเร็ว ๆ หลายครั้ง เพื่อให้แน่ใจว่ามันผสมทั่ว เสร็จแล้วตั้งขวดตรงทิ้งไว้จนตะกอนอยู่ประมาณ 1/3 ขวด เติม conc. sulfuric acid ปิดจุกขวดเขย่าให้เข้ากัน ตะกอนจะหายไป จะได้สารละลายสีฟาง ใช้กระบอกตวงสารละลายสีฟางนี้ 200 ml ใส่ใน erlenmeyer flask ขนาด 300 ml แล้ว titrate กับสารละลาย Std.$Na_2S_2O_3$ (0.025 N) จนได้สีเหลืองจางจึงเติมน้ำแป้ง 2 ml จะได้สารละลายสีน้ำเงิน แสดงว่ามี free I_2 แล้ว titrate ต่อไปจนสีน้ำเงินหายไป จากความเข้มข้นของ Std.$Na_2S_2O_3$ (0.025 N) จำนวน ml จะเท่ากับจำนวน DO ของตัวอย่าง ในการทำน้ำเจือจางอาจจะมี BOD อยู่บ้าง จึงต้องนำ BOD ของน้ำเจือจางมาหักลบจากค่า BOD น้ำตัวอย่าง ในทางปฏิบัติจึงถือเอา DO ของน้ำตัวอย่างหลังครบ 5 วัน ในการคำนวณดังนี้

$$BOD\ (mg/L) = \frac{(DO_s - DO_t) \times 100}{(\%)\ sample}$$

DO_s = ปริมาณออกซิเจนใน Blank หลังจากครบ 5 วัน

DO_t = ปริมาณออกซิเจนในน้ำตัวอย่างเจือจาง หลังจากครบ 5 วัน

น้ำตัวอย่างมีความเข้มข้น 3 ตัวอย่าง เช่น 2%, 5% และ 10% การจะเลือกค่าใดนั้น หากจะพิจารณาง่าย ๆ โดยดูค่าการ titrate กับ Std $Na_2S_2O_3$ (0.025 N) ควรจะอยู่ประมาณ 4 ml ซึ่งจะต้องไม่น้อยกว่า 2.5 ml และถูกใช้ไปน้อยกว่า Blank 2.5 ml

6. MPN (Most Probable Number)

การตรวจสอบคุณภาพน้ำทางแบคทีเรียชนิดโคลิฟอร์มด้วยวิธี Multiple Tube Technique เป็นการตรวจหาจำนวนแบคทีเรียชี้แนะ โดยอาศัยการคำนวณทางสถิติช่วย ค่าที่ได้จึงไม่แน่นอน ซึ่งเลือกใช้ระบบ 3 หลอด จะประหยัดเวลา โอกาสผิดพลาดมีมาก ได้ความเชื่อมั่น 95%

6.1 การเตรียมการก่อนการวิเคราะห์ คือเตรียมหลอดอาหารเหลว lactose broth ที่

ผสม bromocresol purple indicator ที่มีฝาปิดอยู่จำนวนหนึ่ง, หลอดอาหารเหลวชนิด brillian green lactose bile broth ที่มีหลอด durham ท่วมอยู่พร้อมฝาปิดอยู่จำนวนหนึ่ง และขวด peptone water ซึ่งเป็น dilution water บรรจุอยู่ขวดละ 99 ml จำนวนหนึ่ง และขวดแก้วสำหรับเก็บตัวอย่างน้ำเสียจำนวนหนึ่ง เหล่านี้มาอบไอน้ำ (autoclaving) ฆ่าเชื้อเสียก่อน

6.2 การตรวจสอบขั้นตอนแรก (presumptive test)

การเตรียมน้ำตัวอย่างโดยการทำ dilution ให้อยู่ในช่วงพอเหมาะ เช่น น้ำทิ้งชุมชน จะทำ dilution water 3 ค่า คือ 10^{-6}, 10^{-7}, 10^{-8} เตรียมในขวด peptone water โดยการใช้น้ำเสียตัวอย่าง 1 ml ใส่ในขวด 99 ml เป็น 100 ml ได้เป็น 10^{-2} dilution ทำเช่นนี้ในขวด peptone water จนได้ dilution ตามต้องการ คือ 10^{-6}, 10^{-7}, 10^{-8} นำหลอดแก้วอาหารชนิด lactose broth จัดเรียงโดยใช้หลอดแก้วอาหาร 3 หลอด/ 1 dilution (รวม 9 หลอด) ปิเปต(ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว) ปิเปตน้ำตัวอย่าง 10^{-6}, 10^{-7}, 10^{-8} จากขวด peptone water ลงในหลอดที่เขียนสัญลักษณ์ไว้แล้ว หลอดละ 1 ml เขย่าเบา ๆ แล้วนำหลอดทั้งหมดเข้าตู้เพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 30 $\pm$ 0.5 °C เป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง เมื่อครบเวลาหมักดังกล่าว จึงตรวจดูหลอดทั้งหมด หากพบว่ามีการเปลี่ยนสี indicator จากสีม่วงเป็นสีเหลือง แสดงว่าให้ผลบวก (positive) นำหลอดที่ให้ผลบวกไปทดสอบขั้นตอนที่สองต่อไป

6.3 การตรวจสอบยืนยัน (confirmed test)

เลือกหลอดที่ให้ผลบวกจากขั้นตอนแรกทดสอบ โดยเขียนสัญลักษณ์บนหลอดแล้วที่บรรจุอาหาร brillian green lactose bile broth เตรียมไว้ ถ่ายเชื้อจากหลอดที่ให้ผลบวก โดยเอาห่วงโลหะที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วจุ่มลงไปในหลอดให้ผลบวกถ่ายลงสู่หลอดอาหาร brillian green lactose bile broth จนครบตามจำนวน นำหลอดที่ถ่ายใหม่ไปเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 35 $\pm$ 0.5 °C เป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง เมื่อครบเวลาจึงตรวจดูว่าหลอดใดมีก๊าซเกิดขึ้นในหลอด durham แสดงว่าหลอดที่มีก๊าซจะให้ผลบวก นำหลอดที่ให้ผลบวกนี้ตรวจสอบขั้นสมบูรณ์ต่อไป

6.4 การตรวจสอบขั้นสมบูรณ์ (completed test)

เลือกหลอดที่ให้ผลบวกจากขั้นตอนที่สองมาทดสอบในหลอดอาหาร lactose broth

อีกครั้ง โดยการถ่ายเชื้อจากหลอดที่ให้ผลบวก แล้วนำหลอดที่ถ่ายเชื้อแล้วไปเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 35 $\pm$ 0.5 °C เป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง หากพบการเปลี่ยนสี indicator จากสีม่วงเป็นสีเหลือง แสดงว่าให้ผลบวก ซึ่งส่วนมากจะให้ผลบวกเสมอ

การคำนวณหาดรรชนี MPN

นำผลทางบวกที่เกิดในการตรวจสอบขั้นสมบูรณ์มาเปิดตารางหาดรรชนี MPN เช่น

ระดับ dilution 10^{6} ให้ผลบวก 3 หลอด

ระดับ dilution 10^{7} ให้ผลบวก 2 หลอด

ระดับ dilution 10^{8} ให้ผลบวก 2 หลอด

นำตัวเลข 3-2-2 ไปเทียบตารางได้ค่า MPN = 210 แล้วคูณด้วย 10 จะได้

$210 \times 10^{6} \times 10 = 210 \times 10^{7}$ โคโลนีต่อตัวอย่างน้ำ 100 ml

หรือ 210×10^{7} / 100 ml

7. TKN, Amm-N, Org-N

การวิเคราะห์ TKN โดยแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนแรกกลั่นหา Amm-N ก่อนเหลือส่วนที่สองจึงกลั่น Org-N ซึ่งทั้ง 2 ส่วนนี้นำมาบวกกันเป็นค่า TKN

7.1 วิเคราะห์ Amm-N (ส่วนแรก)

เลือกขนาดตัวอย่างที่จะใช้คือ sample size = 50 ml เมื่อ Amm-N อยู่ในช่วง 20 - 50 mg/L นำน้ำเสียตัวอย่าง 50 ml เติมน้ำกลั่นจนได้ 500 ml เติม borate buffer 25 ml ปรับ pH เป็น 9.5 ด้วย 6N NaOH โดยใช้ pH meter ต่อเข้าเครื่องกลั่น ทำการกลั่นในอัตรา 6-10 ml/min โดยใช้ boric acid 50 ml เป็นตัวรองรับ (recieving soln.) เก็บ distillate จากการกลั่น 200 - 250 ml เติม mixed indicator 2-3 หยด นำไป titrate กับ Std H_2SO_4 (0.02 N) จุดยุติ (end point) จะเป็นสีชมพูอ่อน (pale lavender) และทำ Blank เช่นเดียวกับน้ำตัวอย่างโดยใช้น้ำกลั่นแทน

การคำนวณ Amm-N

$$NH_3 - N \text{ (mg/L)} = \frac{(A-B) \times N \times 14000}{\text{ml sample}}$$

A = ml ของ Std H_2SO_4 (0.02 N) ที่ใช้การ titrate น้ำเสียตัวอย่าง

B = ml ของ Std H_2SO_4 (0.02 N) ที่ใช้การ titrate Blank

N = ความเข้มข้นของ Std.H_2SO_4 (0.02 N)

7.2 วิเคราะห์ Org-N (ส่วนที่สอง)

สารละลายที่เหลือจากการกลั่นในขวด Kjeldahl จากขั้นตอนแรก ทิ้งให้เย็น เติมน้ำกลั่นให้เป็น 300 ml เติม digestion reagent 50 ml เติมลูกแก้ว 5-6 เม็ด นำไป digest บนเตา จนได้สารละลายใสสีฟ้าอ่อน (clear straw - colour soln.) รอจนเย็นแล้วนำไปกลั่นหา Amm-N ต่อไปโดยการเติมสารละลาย NaOH - $Na_2S_2O_3$ 50 ml ทำการกลั่นและวิเคราะห์เช่นเดียวกับ Amm-N (ส่วนแรก) การคำนวณก็เช่นเดียวกัน แต่ผลจะเป็นค่า Org-N ในน้ำเสียตัวอย่าง

เมื่อนำผลคำนวณจากส่วนแรกรวมกับส่วนที่สองจะเป็นค่า TKN (Mg/L) ในน้ำเสียตัวอย่าง

8. ฟอสโฟรัสทั้งหมด (Total-P)

การวิเคราะห์ Total-P โดยการเลือกขนาดตัวอย่างจากรายงานการประเมินผลที่ผ่านมา น้ำทิ้งชุมชนจะมีค่า Total-P ประมาณ 10 mg P/L จึงทำการเจือจางน้ำตัวอย่างประมาณ 10 เท่า คือใช้น้ำเสียตัวอย่าง 10 ml ทำเป็น 100 ml วิเคราะห์ด้วยวิธี Sulfuric acid - Nitric acid Digestion และใช้ Ascorbic Acid Method ในการทำให้เกิดสี (Colorimetric method)

ใช้น้ำเสียตัวอย่างที่เจือจางแล้ว 50 ml เติม conc.H_2SO_4 1 ml และ conc. HNO_3 5 ml ใน Beaker นำไป digest บน hot plate จนเกือบแห้งเหลือปริมาตรประมาณ 1 ml จะเป็นสารละลายไม่มีสี ทำให้เย็นเติมน้ำกลั่น 20 ml และฟีนอล์ทาลีน 1 หยด ค่อย ๆ เติม NaOH 1 N จนได้สีชมพูอ่อน เทลงในขวดปริมาตรขนาด 100 ml (กรองถ้าจำเป็น) เติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 100 ml จึงนำไปหาค่าฟอสฟอรัสด้วย Ascorbic method ซึ่งจะต้องเตรียมอนุกรมของฟอสฟอรัส ที่มีความเข้มข้นของฟอสฟอรัส 0, 2, 5, 10, 20, 50, 75, 100 µg P/L จาก std phosphorus stock soln. (1 ml = 2.5 µg P) วัดค่าอนุกรมเหล่านี้เป็น stand curve ซึ่งจะต้องเตรียมทุกครั้งที่ทำการวิเคราะห์ เมื่อเตรียมสารละลายอนุกรมเหล่านี้แล้ว นำสารละลายอนุกรมเหล่านี้และสารละลายน้ำตัวอย่างเจือจางหลังจากการ digest แล้ว 25 ml หยดฟีนอล์ทาลีน 1 หยด และปรับ pH ให้ค่อนข้างเป็นกลาง

จึงเติม combine reagent 4 ml (ascorbic acid combined reagent) ตั้งทิ้งไว้ให้เกิดสีน้ำเงินคราม 10 นาที (ไม่เกิน 30 นาที) นำไปวัดค่า absorbance ที่ wavelength 880 nm. ด้วยเครื่องมือ Spectrophotometer

วิธีการคำนวณ

จาก standard curve ของอนุกรมความเข้มข้นของฟอสฟอรัสที่เตรียมขึ้นมา จะทราบค่าฟอสฟอรัสในน้ำตัวอย่าง (mg/L) ซึ่งจะต้องพิจารณาคูณค่าจำนวนเท่าของการเจือจาง (dilution) ของน้ำเสียตัวอย่างทุกขั้นตอนที่มีการเจือจางด้วย

ประวัติผู้เขียน

นางสาวลักษณา โกมลเมธี เกิดวันที่ 28 มิถุนายน พ.ศ. 2501 ที่กรุงเทพมหานคร สำเร็จอนุปริญญา (เคมีปฏิบัติ) ปีการศึกษา 2522 และ ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ทางทะเล) จากจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปี การศึกษา 2524