# รายการอ้างอิง

## ภาษาไทย


กมลรัตน์ ดีประเสริฐวงศ์ และ มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์. การเพิ่มประสิทธิภาพของระบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์ในการบำบัดน้ำเสียที่มีสีย้อมรีแอกทีฟด้วยการเติมผงถ่านกัมมันต์. เอกสารประกอบการประชุมวิชาการ สวสท.40 การประชุมวิชาการระดับชาติครั้งที่ 8 และนิทรรศการประจำปี2540 18-23 พ.ย. 2540 ณ.ศูนย์ประชุมแห่งชาติสิริกิติ์ :218-229

เกษม พิพัฒน์ปัญญานุกูล, การควบคุมคุณภาพงานเตรียมสิ่งทอเพื่อการย้อมพิมพ์ สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี(ไทย-ญี่ปุ่น),2541

โกมล เอี่ยมเสมอ และ ธงชัย พรรณสวัสดิ์, การกำจัดสีย้อมรีแอกทีฟชนิดอาโซโดยกระบวนการแอนแอโรบิก-แอโรบิกภายใต้สารอาหารและเวลาแอนแอโรบิกที่ต่างกัน, เอกสารการประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 10 สวสท.'41 จัดโดยสมาคมวิศวกรสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย,2541: 66-79

จินตนา แป้นสุวรรณ, การศึกษาเปรียบเทียบสมรรถนะภาพของการกำจัดสีจากน้ำเสียโรงฟอกย้อมระหว่างกระบวนการเอสบีอาร์แบบธรรมดากับแบบเอทู/โอ.วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2540

นันทยา ยานุเมศ, กระบวนการผลิตและลักษณะน้ำทิ้งในอุตสาหกรรมสิ่งทอ., รายงานสรุปผลการประชุมสัมมนาเรื่องการบำบัดน้ำทิ้งของโรงงานอุตสาหกรรมสิ่งทอ จัดโดยกลุ่มอุตสาหกรรมสิ่งทอ และโครงการการจัดการสิ่งแวดล้อมอุตสาหกรรม สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย, 2534

ธงชัย พรรณสวัสดิ์, การกำจัดสีของน้ำเสียจากโรงงานย้อมผ้า เล่มที่ 2 : ข้อมูลพื้นฐาน. รายงานการวิจัยขั้นสมบูรณ์ ภาควิชาวิศวกรรมสุขาภิบาลและสถาบันวิจัยและพัฒนา คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, พฤศจิกายน 2527.

พงษ์ศักดิ์ อัสสกุล, ปัญหาน้ำทิ้งโรงงานฟอกย้อมที่เป็นอุปสรรคต่อการพัฒนาอุตสาหกรรมสิ่งทอไทย.รายงานสรุปผลการประชุมสัมมนาเรื่องการบำบัดน้ำทิ้งของโรงงานอุตสาหกรรมสิ่งทอ จัดโดยกลุ่มอุตสาหกรรมสิ่งทอ และโครงการการจัดการสิ่งแวดล้อมอุตสาหกรรม สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย, 2534

วรวิทย์ เหลืองดิลก และ ธงชัย พรรณสวัสดิ์, ผลของโครงสร้างทางเคมีของสีย้อมรีแอกทีฟต่อการลดสีโดยกระบวนการแอนแอโรบิก-แอโรบิก, เอกสารการประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 10 สวสท.'41 จัดโดยสมาคมวิศวกรสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย,2541: 113-126

วุฒิ วิพันธ์พงษ์ และ มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์. การใช้สารเคมีเฟนตันในการบำบัดสีและสารอินทรีย์จากโรงฟอกย้อม. เอกสารประกอบการประชุมวิชาการ สวสท.40 การประชุมวิชาการระดับชาติครั้งที่ 8 และนิทรรศการประจำปี 2540 18-23 พ.ย. 2540 ณ.ศูนย์ประชุมแห่งชาติสิริกิติ์ :280-287

โสภา ชินเวชกิจวานิชย์, การลดสีรีแอกทีฟในน้ำเสียภายใต้สภาวะไร้อากาศด้วยระบบยูเอเอสบี. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2540

อภิชาติ หิรัญจิตต์. การกำจัดสีย้อมรีแอกทีฟจากน้ำเสียย้อมผ้าด้วยกระบวนการร่วมของการดูดติดผิวและโคแอกูเลชัน. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2539

อัจฉราพร ไศละสูต. คู่มือการย้อมสี. พิมพ์ครั้งที่ 2 กรุงเทพมหานคร: เทคนิค19การพิมพ์, 2527

อำพล เตโชวาณิชย์ และ ธงชัย พรรณสวัสดิ์, เปรียบเทียบการกำจัดสีรีแอกทีฟด้วยระบบเอเอสและระบบบีเอ็นอาร์, เอกสารการประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 10 สวสท.'41จัดโดยสมาคมวิศวกรสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย,2541 : 80-92

**ภาษาอังกฤษ**

Allen, W., Prescott, W.B., Derby, R.E., Garland, C.E., Peret, J.M. and Saltzman, M. Proceeding of the 28th Perdue Industrial Wastewater Conference. Part 2, Purdue University, Lafayette Indiana, 1973 : 661-675

Baughman, G.L. and Weber, E.J., Transformation of Dyes and Related Compounds in Anoxic Sediment: Kinetic and Products, Environ. Sci. Technol., Vol. 28, 1994 : 267-276

Brown, D. and Hamburger, B. The Degradation of Dyestuffs : Part III - Investigations of Their Ultimate Degradability. Chemosphere., Vol. 16, No. 7, 1987 : 1539-1553

Brown, D. and Laboureur,P., The Degration of Dyestuffs : PartI-Primary Bildegradation under Anaerobic Conditions. Chemosphere., Vol.12, No. 3 , 1983 :397-404

Carliell, C.M., Barclay, S.J., Naidoo, N., Bukley, C.A., Mulholland, D.A. and Senior, E., Microbial decolourisation of areactive azo dye under anaerobic condition, Water SA. Vol. 21, No.1, 1995: 61-69

Carliell, C.M., Barclay, S.J., Buckley, C.A., Naidoo, N., Mulholland, D.A., and Senior, E., Anaerobic decolourisation of reactive dyes in conventional sewage treatment processes., Water SA. Vol. 20, No. 20, 1994: 341-344

Duff, D.G. and Sinclair, R.S., Giles's Laboratory Course in Dyeing 4th ed. Society of Dyer & Colorists, 1989

Gregor, K.H., Oxidative Decolorization of textile Wastewater with Advanced Oxidation Processes., Chemical Oxidation Volume2 : Proceeding of the 2nd International Symposium Chemical Oxidation : Technology for the Nineties. ,February 19 – 21 : 161-193

Iamsamer, K., Panswad, T. and Anotai, J., Decoloriration of Azo-reactive Dye by Polyphosphate- and Glycogen-Accumulating Organism in an Anaerobic-aerobic Sequencing Batch Reactor., Accepted by Bioresource Technology.

Irvine, R.L., Sequencing Batch Biological Reactors-an Overview. J.WPCF. Vol. 51, 1979 : 182-192

Lambert, S.D., Graham, J.D., Sollars, C.J. and Fowler, G.D. Evaluation of Inorganic Adsorbents for the Removal of Problematic Textile Dyes and Pesticides. Wat. Sci. Tech. Vol. 36 , No. 2-3, 1997 :173-180

Liakou, S., Kornaros, M. and Lyberatos, G., Pretreatment of Azo Dyes Using Ozone. Wat. Sci. Tech. Vol. 36. No. 2-3, 1997 :155-163

Liu, W.T., Nakamura, K., Matsuo, T. and Mino, T. Internal Energy-Based Competition between Polyphosphate and Glycogen-Accumulating Bacteria in Biological Phosphorus Removal Reactors—Effect of P/C Feeding Ratio. Wat. Res.. Vol. 31, No. 6, 1997 : 1430-1438

Luangdilok, W. and Panswad, T., Decolorization of Reactive Dyes with Different Molecular Structures under Different Environmental Conditions., Accepted by Water Research.

Metcalf and Eddy, Wastewater Engineering: Treatment, Disposal and use. 3rd ed., McGraw-Hill, new York, 1991

Mino, T., Liu, W.T., Kurisu, F. and Matsuo, T. Modelling Glycogen Storage and Denitrification Capabikity of Microorganisms in Enhanced Biological Phosphate Removal Process., Wat. Sci. Tech., Vol. 31, No. 2, 1995 : 25-34

Pansuwan J. and Panswad T., Color Removal of Disperse, Reactive and Sulfur Dye Wastewater by an A/O-SBR Process., Proceeding of the Asian Waterqual'97 (6th IAWQ: Asia-Pacific Reginal Conference.,Soul,Korea, May 20-23, 1997 : 20-23

Pansuwan J., Panswad T. and Anotai J., Treatability of Dye wastewaters by Conventional and Anoxic+Anaaerobic/Aerobic SBR Processes. Science Asia, Vol. 25, No. 2, 1999: 121-126

Panswad, T. and Wongchaisuwan, S. Mechanisms of Dye Wastewater Colour Removal by Magnesiumcarbonate-Hydrated basic. Wat. Sci. Tech., Vol. 18, 1986 : 139-144

Porter, J.J and Sinder, E.H. Long-term Biodegradability of Textile Chemicals. J. WPCF, Vol. 48, No. 9 ,1976 : 2198-2210

Rangnekar, D.W. and Singh, P.P., An Introduction to Synthetic Dyes., Dhanraj : Himalaya Publishing House, 1980.

Reife, A. and Freeman, H.S. Environmental Chemistry of Dyes and Pigment., John Wiley & Sons. Inc.,1996

Shore, J., "Dyeing with Reactive Dyes" Cellulosics Dyeing" , Edited by John Shore,Mancherster, UK: The Alden Press, Oxford, 1995: 189-245

Shore, J., Colorants and Auxiliaries Organic Chemistry and Application Properties. Vol. 1, England Society of Dyes and Colorist, 1990

Chinwetkitvanich, S., Tuntoolvest, M. and Panswad, T., Anaerobic Decolorization of Reactive Dyebath Effluent by a Two-atage UASB System with Tapioca as a Co-substrate., Water Research., Vol. 34, No. 8, 2000 : 2223 - 2232

Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 19th ed. American Public Health Association, Washington,D.C., 1995

Sudiana, I.M., Mino, T., Satoh, H., Nakamura, K. and Matsuo, T., Metabolism of Enhanced Biological Phosphorus Removal and Non Enhanced Biological Phosphorus Removal Sludge with Acetate and Glucose as Carbon Source., Proceedings: BNR3 CONFERENCE-BRISBANE, 1995 : 41-48

Techovanich, A., Panswad, T. and Anotai, J., Comparison of Dye Wastewater Treatment by Normal and Anoxic+Anaerobic/Aerobic SBR Ativated Sludge Processes., Proceeding of the 1st IWA World Water Congress., Paris, France, July 3 -7, 2000

The Society of Dyers and Colourists American Association of Textile Chemists and Colorists., Color Index International., Third Edition,Vol.7- 8 ,1987

WEF manual and practice. .Design of Municipal Wastewater Treatment Plant., Vol.2 : 1992

Zaoyan, Y., Ke, S., Guangliang, S., Fan, Y., Jinshan, D., and Huanian, M., Anaerobic-Aerobic Treatment of a Dye Wastewater by combination of RBC with Ativated Sludge., Wat. Sci. Tech., Vol. 26, No. 9-11, 1992 : 2093-2096

# ภาคผนวก

# ภาคผนวก ก.

## ข้อมูลดิบของชุดการทดลองต่าง ๆ

**ตารางที่ ก-1 ผลการทดลองของชุดการทดลอง M-ANA10**

| | Inf. | | Ana. | | Aer. | | %Rem. | | MLSS | MLVSS | %MLVSS | SS | SV30 | SVI | COD | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| cycle | SU | ADMI | SU | ADMI | SU | ADMI | SU | ADMI | (mg/l) | (mg/l) | | (mg/l) | (มล./ล.) | (มล./ก.) | Inf. | Ana. | Aer. | %rem. |
| 2 | 980 | 39,252 | 846 | 34,299 | 756 | 29,229 | 22.9 | 25.5 | 3,360 | 3,160 | 94.0 | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | | | 4,260 | 3,910 | 91.8 | 104 | | | | | | |
| 11 | 1,000 | 40,022 | 976 | 39,821 | 958 | 38,404 | 4.2 | 4.0 | 4,430 | 4,066 | 91.8 | 95 | | | 1,692 | 281 | 273 | 83.9 |
| 20 | 978 | 39,026 | 955 | 38,213 | 934 | 37,349 | 4.5 | 4.3 | 3,750 | 3,520 | 93.9 | 76 | | | 1,699 | 273 | 264 | 84.4 |
| 23 | 980 | 39,413 | 920 | 36,999 | 901 | 36,087 | 8.1 | 8.4 | | | | | | | 1,714 | 267 | 261 | 84.8 |
| 26 | 951 | 38,005 | 881 | 35,432 | 871 | 34,671 | 8.3 | 8.8 | 3,610 | 3,336 | 92.4 | 96 | 145 | 40 | | | | |
| 31 | 972 | 38,975 | 864 | 34,164 | 851 | 33,241 | 12.4 | 12.3 | 4,520 | 4,150 | 91.8 | 96 | 150 | 33 | 1,699 | 260 | 241 | 85.8 |
| 43 | 1,064 | 43,255 | 638 | 22,997 | 580 | 22,134 | 45.5 | 48.8 | 4,905 | 4,527 | 92.3 | 75 | 120 | 24 | 1,762 | 254 | 248 | 85.9 |
| 50 | 1,020 | 41,356 | 616 | 21,786 | 574 | 20,322 | 43.7 | 50.9 | 4,815 | 4,400 | 91.4 | 82 | 120 | 25 | 1,730 | 255 | 239 | 86.2 |
| 54 | 1,018 | 41,898 | 637 | 21,825 | 589 | 20,635 | 42.2 | 50.7 | 4,910 | 4,507 | 91.8 | 95 | 130 | 26 | 1,695 | 252 | 240 | 85.8 |
| 65 | 1,072 | 43,031 | 670 | 23,921 | 608 | 21,370 | 43.2 | 50.3 | 4,880 | 4,480 | 91.8 | 84 | 120 | 25 | 1,699 | 268 | 249 | 85.4 |
| 73 | 1,054 | 42,845 | 651 | 23,025 | 602 | 21,102 | 42.9 | 50.7 | 4,740 | 4,380 | 92.4 | 156 | 165 | 35 | 1,696 | 260 | 255 | 85.0 |
| 79 | 1,006 | 40,250 | 630 | 22,899 | 603 | 21,119 | 40.1 | 47.5 | 4,850 | 4,480 | 92.4 | 84 | 175 | 36 | 1,711 | 282 | 255 | 85.1 |
| 84 | 1,007 | 40,333 | 629 | 22,802 | 598 | 21,624 | 40.6 | 46.4 | 4,810 | 4,450 | 92.5 | 68 | 195 | 41 | | | | |
| 92 | 1,009 | 40,395 | 619 | 22,389 | 591 | 21,259 | 41.4 | 47.4 | 5,230 | 4,795 | 91.7 | 68 | 200 | 38 | 1,683 | 263 | 241 | 85.7 |
| 95 | 1,016 | 40,798 | 602 | 21,517 | 585 | 20,819 | 42.4 | 49.0 | 5,300 | 4,870 | 91.9 | 80 | 200 | 38 | 1,683 | 279 | 246 | 85.4 |

ตาราง ก-1 ผลการทดลองของชุดการทดลอง M-ANA10(ต่อ)

| cycle | Inf. | | Ana. | | Acr. | | %Rem. | | MLSS | MLVSS | %MLVSS | SS | SV30 | SVI | COD | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | SU | ADMI | SU | ADMI | SU | ADMI | SU | ADMI | (mg/l) | (mg/l) | | (mg/l) | (มล./ล.) | (มล./ก.) | Inf. | Ana. | Aer. | %rem. |
| 100 | 1,012 | 40,813 | 585 | 20,933 | 560 | 19,957 | 44.7 | 51.1 | | | | | | | 1,662 | 267 | 242 | 85.4 |
| 104 | 1,024 | 41,106 | 624 | 21,473 | 609 | 21,386 | 40.6 | 48.0 | 5,095 | 4,677 | 91.8 | 44 | 200 | 39 | | | | |
| 111 | 1,029 | 41,137 | 695 | 24,614 | 658 | 23,123 | 36.0 | 43.8 | 4,995 | 4,585 | 91.8 | 60 | 190 | 38 | | | | |
| 116 | 1,029 | 41,140 | 721 | 26,932 | 698 | 25,752 | 32.2 | 37.4 | 5,325 | 4,860 | 91.3 | 76 | 200 | 38 | | | | |
| 121 | 1,036 | 41,605 | 709 | 25,796 | 685 | 24,721 | 33.9 | 40.6 | 5,250 | 4,790 | 91.2 | 76 | 210 | 40 | 1,688 | 259 | 232 | 86.3 |
| 130 | 1,010 | 40,543 | 698 | 25,160 | 688 | 24,763 | 31.9 | 38.9 | 5,230 | 4,780 | 91.4 | 68 | 220 | 42 | 1,666 | 266 | 240 | 85.6 |
| 137 | 1,021 | 40,891 | 706 | 25,512 | 674 | 24,253 | 34.0 | 40.7 | 5,300 | 4,850 | 91.5 | 72 | 220 | 42 | 1,607 | 254 | 246 | 84.7 |
| 145 | 982 | 39,411 | 753 | 27,847 | 711 | 25,497 | 27.6 | 35.3 | 5,280 | 4,840 | 91.7 | 76 | 220 | 42 | 1,692 | 254 | 232 | 86.3 |
| 147 | 1,070 | 42,653 | 729 | 27,663 | 747 | 27,267 | 30.2 | 36.1 | 5,250 | 4,830 | 92.0 | 72 | 230 | 44 | | | | |
| 154 | 1,017 | 40,787 | 756 | 28,114 | 725 | 26,342 | 28.7 | 35.4 | 5,400 | 5,000 | 92.6 | 60 | 200 | 37 | 1,651 | 246 | 234 | 85.8 |
| 157 | 1,001 | 40,124 | 758 | 28,164 | 710 | 25,002 | 29.0 | 37.7 | 5,350 | 4,890 | 91.4 | 60 | 230 | 43 | | | | |
| 161 | 1,010 | 40,459 | 789 | 29,204 | 735 | 27,536 | 27.2 | 31.9 | 5,300 | 4,870 | 91.9 | 40 | 230 | 43 | 1,613 | 244 | 238 | 85.2 |
| 165 | 1,040 | 41,579 | 771 | 28,427 | 726 | 27,025 | 30.1 | 35.0 | 5,280 | 4,850 | 91.9 | 55 | 230 | 44 | | | | |
| 169 | 1,078 | 42,775 | 766 | 28,054 | 715 | 26,633 | 33.7 | 37.7 | 5,290 | 4,850 | 91.7 | 55 | 210 | 40 | 1,682 | 242 | 229 | 86.4 |
| 177 | 1,019 | 40,838 | 775 | 28,723 | 729 | 27,289 | 28.5 | 33.2 | 5,250 | 4,840 | 92.2 | 64 | 200 | 38 | | | | |
| 184 | 1,016 | 41,431 | 713 | 26,891 | 660 | 25,050 | 35.0 | 39.5 | 5,240 | 4,820 | 92.0 | 68 | 200 | 38 | 1,701 | 244 | 236 | 86.1 |
| 197 | 1,015 | 40,927 | 716 | 27,369 | 687 | 25,864 | 32.3 | 36.8 | 5,200 | 4,800 | 92.3 | 40 | 200 | 38 | | | | |
| 207 | 1,049 | 41,151 | 741 | 28,296 | 696 | 26,490 | 33.6 | 35.6 | 5,190 | 4,780 | 92.1 | 88 | 200 | 39 | 1,612 | 244 | 233 | 85.6 |

**ตาราง ก-1 ผลการทดลองของชุดการทดลอง M-ANA10(ต่อ)**

| | Inf. | | Ana. | | Aer. | | %Rem. | | MLSS | MLVSS | %MLVSS | SS | SV30 | SVI | COD(mg./l.) | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| cycle | SU | ADMI | SU | ADMI | SU | ADMI | SU | ADMI | (mg/l) | (mg/l) | | (mg/l) | (มล./ล.) | (มล./ก.) | Inf. | Ana. | Aer. | %rem. |
| 212 | 1,059 | 41,262 | 721 | 27,056 | 682 | 25,602 | 35.6 | 38.0 | 5,200 | 4,790 | 92.1 | 72 | 200 | 38 | 1,641 | 240 | 233 | 85.8 |
| 216 | 1,039 | 40,937 | 745 | 28,320 | 703 | 26,530 | 32.3 | 35.2 | 5,190 | 4,770 | 91.9 | 76 | 200 | 39 | 1,636 | 238 | 235 | 85.7 |
| 222 | 1,035 | 40,740 | 725 | 26,824 | 672 | 25,137 | 35.1 | 38.3 | 5,180 | 4,770 | 92.1 | 92 | 220 | 42 | | | | |
| 238 | 1,007 | 41,038 | 726 | 26,894 | 679 | 25,231 | 32.6 | 38.5 | 5,190 | 4,780 | 92.1 | 80 | 220 | 42 | 1,680 | 248 | 244 | 85.5 |
| 241 | 1,060 | 41,561 | 733 | 26,902 | 681 | 25,204 | 35.8 | 39.4 | 5,170 | 4,750 | 91.9 | 84 | 240 | 46 | | | | |
| 247 | 1,006 | 40,124 | 736 | 26,962 | 682 | 25,210 | 32.2 | 37.2 | 5,180 | 4,760 | 91.9 | 80 | 240 | 46 | 1,692 | 244 | 240 | 85.8 |
| 251 | 1,047 | 41,028 | 726 | 26,646 | 679 | 25,044 | 35.1 | 39.0 | 5,150 | 4,730 | 91.8 | 68 | 250 | 49 | | | | |
| 263 | 1,058 | 41,439 | 736 | 26,866 | 682 | 25,090 | 35.6 | 39.5 | 5,160 | 4,730 | 91.7 | 68 | 250 | 48 | 1,703 | 248 | 236 | 86.1 |
| 266 | 1,060 | 41,560 | 742 | 27,003 | 695 | 25,436 | 34.4 | 38.8 | 5,170 | 4,720 | 91.3 | 70 | 250 | 48 | 1,665 | 246 | 240 | 85.6 |
| 269 | 1,056 | 41,239 | 705 | 25,835 | 677 | 24,983 | 35.9 | 39.4 | 5,110 | 4,700 | 92.0 | 76 | 250 | 49 | 1,651 | 242 | 238 | 85.6 |
| 272 | 1,036 | 40,595 | 729 | 26,725 | 685 | 25,120 | 33.8 | 38.1 | 5,130 | 4,680 | 91.2 | 80 | 250 | 49 | 1,651 | 238 | 230 | 86.0 |
| 275 | 1,048 | 40,956 | 713 | 26,196 | 676 | 24,898 | 35.6 | 39.2 | 5,120 | 4,695 | 91.7 | 60 | 250 | 49 | 1,619 | 238 | 232 | 85.6 |

ตาราง ก-1 ผลการทดลองของชุดการทดลอง M-ANA10(ต่อ)

| | Phosphorus(mg/l) | | | | | | N-TKN (mg./l.) | | | | Alkalinity(mg/l $CaCO_3$) | | | VFA(mg/l as$CaCO_3$) | | | pH | | | ORP(mV.) | | DO(mg/l) | | Temperature($^0$C) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Cycle | Inf. | ana. | aer. | %P rem | TP | %P content | inf. | ana. | aer. | %rem | inf. | ana. | aer. | inf. | ana. | aer. | inf. | ana. | aer. | ana. | aer. | ana. | aer. | ana. | aer. |
| 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | 7.2 | 6.4 | 8.0 | | | | | | |
| 8 | | | | | | | | | | | | | | | | | 7.3 | 6.5 | 8.0 | | | 0.05 | 6.2 | | |
| 20 | 31.6 | 36.7 | 19.1 | 39.6 | | | 100.5 | 55.2 | 45.2 | 55.0 | 429 | 577 | 440 | | | | | | | -240 | 30 | | | | |
| 23 | | | | | | | | | | | 430 | 596 | 446 | | | | | | | | | | | | |
| 26 | 32.5 | 39.2 | 20.1 | 38.2 | | | 99.5 | 53.6 | 46.3 | 53.5 | | | | | | | 7.3 | 6.8 | 8.0 | -255 | 24 | 0.08 | 6.1 | | |
| 31 | | | | | | | | | | | 426 | 585 | 440 | | | | 7.4 | 6.6 | 7.9 | | | | | | |
| 43 | 31.9 | 37.4 | 18.2 | 42.9 | | | 98.8 | 54.9 | 48.6 | 50.8 | 431 | 596 | 451 | | | | | | | | | | | | |
| 50 | | | | | | | | | | | 438 | 589 | 448 | 63.1 | 63.1 | 38.8 | 7.2 | 6.5 | 7.8 | -268 | 63 | | | | |
| 54 | 31.2 | 38.2 | 19.8 | 36.5 | | | 99.6 | 53.4 | 46.6 | 53.2 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 65 | | | | | | | | | | | 418 | 592 | 437 | 48.5 | 62.0 | 47.5 | 7.3 | 6.5 | 7.9 | -279 | 48 | 0.05 | 5.0 | 29.6 | 30.6 |
| 73 | 32.1 | 36.5 | 17.2 | 46.4 | | | 98.5 | 51.2 | 43.5 | 55.8 | 428 | 586 | 430 | 48.5 | 54.2 | 48.5 | 7.2 | 6.6 | 7.9 | -265 | 40 | 0.05 | 5.9 | 27.8 | 28.9 |
| 79 | | | | | | | | | | | | | | | | | 7.2 | 6.7 | 8.0 | -258 | 35 | 0.05 | 5.9 | 29.4 | 30.0 |
| 84 | 31.5 | 42.4 | 18.1 | 42.5 | | | 97.2 | 49.3 | 39.2 | 59.7 | 413 | 582 | 466 | 48.5 | 53.2 | 42.4 | 7.2 | 6.6 | 8.0 | -250 | 51 | 0.05 | 5.5 | 29.3 | 29.0 |
| 92 | | | | | | | | | | | 395 | 555 | 435 | 46.4 | 51.3 | 43.9 | 7.2 | 6.7 | 8.0 | -266 | 45 | 0.05 | 5.8 | 29.2 | 29.9 |
| 95 | 28.1 | 28.1 | 12.7 | 54.8 | | | 94.4 | 50.5 | 40.8 | 56.8 | 390 | 571 | 441 | 43.9 | 58.6 | 36.6 | 7.3 | 6.6 | 7.9 | -268 | 58 | 0.05 | 5.7 | 29.1 | 29.9 |
| 100 | 28.4 | 32.2 | 14.3 | 49.6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

**ตารางที่ ก-1 ผลการทดลองของชุดการทดลอง** M-ANA10(ต่อ)

| Cycle | Phosphorus(mg/l) | | | | | | N-TKN (mg./l.) | | | | Alkalinity(mg/l $CaCO_3$) | | | VFA(mg/l as$CaCO_3$) | | | pH | | | ORP(mV.) | | DO(mg/l) | | Temperature($^0$C) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Inf. | ana. | aer. | %P rem | TP | %P content | inf. | ana. | aer. | %rem | inf. | ana. | aer. | inf. | ana. | aer. | inf. | ana. | aer. | ana. | aer. | ana. | aer. | ana. | aer. |
| 104 | | | | | | | 98.1 | 59.7 | 35.2 | 64.1 | 395 | 557 | 446 | 43.9 | 54.9 | 31.7 | 7.3 | 6.7 | 7.9 | -261 | 51 | 0.06 | 5.9 | 27.7 | 28.5 |
| 111 | | | | | | | 98.6 | 53.2 | 40.0 | 59.5 | 393 | 581 | 439 | 48.8 | 55.8 | 32.0 | 7.2 | 6.7 | 8.0 | -247 | 57 | 0.05 | 5.8 | 29.5 | 28.7 |
| 116 | 26.8 | 30.1 | 14.9 | 44.4 | 109.3 | 1.9 | 94.6 | 45.8 | 35.0 | 63.0 | | | | | | | 7.3 | 6.7 | 8.0 | -255 | 48 | 0.05 | 6.0 | 28.7 | 29.0 |
| 121 | 27.4 | 29.2 | 14.5 | 47.1 | 110.0 | 2.0 | 97.3 | 34.7 | 32.0 | 67.1 | 395 | 564 | 447 | 46.4 | 63.5 | 34.2 | 7.2 | 6.7 | 7.9 | -245 | 50 | 0.06 | 5.9 | 30.5 | 29.9 |
| 130 | 27.2 | 32.6 | 15.0 | 44.9 | 109.6 | 2.0 | 93.3 | 44.8 | 30.0 | 67.9 | 397 | 578 | 386 | 41.5 | 58.6 | 34.2 | 7.2 | 6.5 | 7.9 | -251 | 44 | 0.05 | 5.8 | 29.5 | 30.5 |
| 137 | 26.4 | 30.6 | 13.5 | 48.9 | 110.0 | 2.0 | 95.2 | 46.1 | 24.6 | 74.2 | | | | | | | 7.3 | 6.6 | 7.9 | -249 | 51 | 0.06 | 5.8 | 28.9 | 30.1 |
| 145 | 29.6 | 27.8 | 16.4 | 44.6 | 105.0 | 1.8 | 101.2 | 46.4 | 33.1 | 67.3 | 409 | 566 | 433 | 48.8 | 58.6 | 31.2 | 7.2 | 6.5 | 8.0 | -239 | 46 | 0.07 | 6.0 | 29.7 | 28.9 |
| 154 | 28.0 | 25.0 | 15.9 | 43.2 | 110.0 | 1.9 | 105.7 | 53.3 | 29.8 | 71.8 | 401 | 553 | 437 | 49.3 | 54.2 | 34.5 | 7.2 | 6.6 | 7.9 | -265 | 50 | 0.06 | 6.1 | 27.7 | 27.5 |
| 165 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | -248 | 54 | 0.06 | 6.0 | 28.6 | 27.9 |
| 169 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | -239 | 64 | 0.06 | 5.9 | 29.8 | 29.0 |
| 177 | | | | | | | | | | | | | | | | | 7.3 | 6.6 | 7.8 | -245 | 48 | 0.05 | 6.0 | 29.4 | 29.3 |
| 184 | | | | | | | 101.2 | 39.9 | 32.0 | 68.4 | 409 | 558 | 438 | 46.4 | 56.1 | 41.5 | 7.3 | 6.6 | 7.9 | -256 | 52 | 0.05 | 5.9 | 29.2 | 29.1 |
| 207 | 27.6 | 23.8 | 13.5 | 51.1 | 108.2 | 2.0 | 100.2 | 43.4 | 32.5 | 67.5 | | | | | | | 7.3 | 6.8 | 8.0 | | | | | | |
| 212 | 27.8 | 25.6 | 14.8 | 46.8 | 105.9 | 1.9 | 103.2 | 38.9 | 29.5 | 71.4 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 216 | 27.2 | 23.0 | 13.3 | 51.1 | 103.9 | 1.9 | 101.0 | 40.4 | 30.3 | 70.0 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 222 | 27.0 | 25.0 | 16.4 | 39.3 | 102.3 | 1.8 | 101.7 | 42.2 | 30.3 | 70.2 | | | | | | | | | | -241 | 40 | 0.06 | 5.9 | 26.9 | 28.6 |
| 238 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | -260 | 50 | 0.06 | 6.0 | 29.0 | 29.0 |
| 241 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | -252 | 48 | 0.06 | 6.1 | 26.4 | 26.1 |

ตารางที่ ก-1 ผลการทดลองของชุดการทดลอง M-ANA10(ต่อ)

| Cycle | Phosphorus(mg/l) | | | | | | N-TKN (mg./l.) | | | | Alkalinity(mg/l $CaCO_3$) | | | VFA(mg/l as$CaCO_3$) | | | pH | | | ORP(mV.) | | DO(mg/l) | | Temperature($^0$C) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Inf. | ana. | aer. | %P rem | TP | %P content | inf. | ana. | aer. | %rem | inf. | ana. | aer. | inf. | ana. | aer. | inf. | ana. | aer. | ana. | aer. | ana. | aer. | ana. | aer. |
| 247 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | -242 | 55 | 0.05 | 6.0 | 28.7 | 29.2 |
| 251 | | | | | | | | | | | | | | | | | 7.3 | 6.8 | 8.2 | -245 | 37 | 0.07 | 6.0 | 31.0 | 30.3 |
| 263 | 27.0 | 24.4 | 13.6 | 49.6 | 106.4 | 2.0 | 100.9 | 45.5 | 33.6 | 66.7 | 403 | 576 | 445 | 46.8 | 53.1 | 43.2 | 7.3 | 6.8 | 8.3 | -255 | 40 | 0.04 | 5.8 | 29.8 | 30.2 |
| 266 | 26.4 | 24.2 | 12.2 | 53.8 | 107.9 | 2.0 | 101.7 | 43.1 | 31.4 | 69.1 | 398 | 567 | 441 | 46.8 | 56.6 | 45.2 | 7.3 | 6.8 | 8.3 | -265 | 43 | 0.05 | 5.9 | 28.5 | 29.6 |
| 269 | 25.8 | 21.4 | 14.2 | 45.0 | 106.7 | 2.0 | 101.7 | 43.1 | 30.3 | 70.2 | 406 | 575 | 452 | 47.0 | 58.2 | 44.5 | 7.3 | 6.8 | 8.3 | -265 | 41 | 0.05 | 6.1 | 29.2 | 29.6 |
| 272 | 28.8 | 24.4 | 13.5 | 53.1 | 105.6 | 2.0 | 100.2 | 49.1 | 36.6 | 63.5 | 414 | 560 | 446 | 47.0 | 51.7 | 44.8 | 7.3 | 6.8 | 8.3 | -275 | 55 | 0.05 | 6.0 | 29.7 | 29.8 |
| 275 | 27.5 | 23.8 | 14.9 | 45.8 | 104.0 | 1.9 | 100.9 | 46.3 | 33.2 | 67.1 | 409 | 572 | 449 | 46.8 | 54.2 | 43.2 | 7.3 | 6.8 | 8.3 | -245 | 47 | 0.04 | 6.1 | 29.4 | 29.9 |

**ตารางที่ ก-2 โพรไฟล์ของชุดการทดลอง M-ANA10**

| time | ความเข้มสี | | COD | pH | Alkalinity | VFA | ORP | DO | Temperature |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| (hr.) | SU | ADMI | (mg./l.) | | (mg.$CaCO_3$/l.) | (mg.$CaCO_3$/l.) | (mV) | (mg/l) | ($^0$C) |
| 0.08 | 833 | 32229 | 595 | 7.09 | 438.7 | 51.9 | -105 | 0.10 | 30.5 |
| 0.25 | 821 | 31708 | 502 | 6.80 | 422.7 | 79.1 | -205 | 0.07 | 30.5 |
| 0.50 | 805 | 31005 | 353 | 6.67 | 438.7 | 86.6 | -267 | 0.06 | 30.4 |
| 0.75 | 782 | 30153 | 326 | 6.72 | 476.2 | 84.1 | -293 | 0.05 | 30.3 |
| 1.00 | 773 | 29721 | 298 | 6.76 | 513.6 | 81.6 | -312 | 0.05 | 30.1 |
| 1.50 | 773 | 29516 | 270 | 6.83 | 561.8 | 69.3 | -360 | 0.05 | 29.9 |
| 2.00 | 749 | 28641 | 260 | 6.83 | 609.9 | 67.4 | -362 | 0.04 | 29.7 |
| 3.00 | 743 | 27926 | 253 | 6.83 | 609.9 | 64.3 | -358 | 0.04 | 29.3 |
| 5.00 | 702 | 26370 | 253 | 6.84 | 609.9 | 61.8 | -350 | 0.04 | 28.5 |
| 10.00 | 649 | 24012 | 246 | 6.81 | 583.2 | 59.4 | -355 | 0.04 | 27.0 |
| 10.25 | | | | | | | -106 | 2.78 | 26.9 |
| 10.50 | | | | | | | -59 | 2.87 | 26.9 |
| 10.75 | | | | | | | -23 | 3.00 | 26.8 |
| 11.00 | 640 | 23907 | 234 | 7.94 | 529.7 | 51.2 | -9 | 3.50 | 26.8 |
| 13.00 | 636 | 23608 | 234 | 8.12 | 481.5 | 49.5 | 30 | 5.67 | 26.7 |
| 15.00 | 618 | 23525 | 234 | 8.19 | 470.8 | 44.5 | 44 | 6.10 | 26.7 |

**ตารางที่ ก-3 ผลการทดลองของชุดการทดลอง** M-ANA18

| Cycle | Inf. | | ana | | aer | | %Rem | | MLSS | MLVSS | %MLVSS | SS | SV30 | SVI | COD(mg./l.) | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | SU | ADMI | SU | ADMI | SU | ADMI | SU | ADMI | (mg/l) | (mg/l) | | (mg/l) | (ml./l.) | (ml./g.) | Inf. | Ana. | Aer. | %rem. |
| | | | | | | | | | | | | | | | 1,780.0 | 320.0 | 295.1 | 83.4 |
| 4 | 972 | 39,496 | 867 | 34,058 | 842 | 33,952 | 13.4 | 14.0 | 3,975 | 3,640 | 91.6 | 122 | 135 | 34 | 1,690.0 | 265.7 | 245.7 | 85.5 |
| 7 | | | | | | | | | 4,130 | 3,780 | 91.5 | 130 | 135 | 33 | | | | |
| 11 | | | | | | | | | 3,820 | 3,520 | 92.1 | 88 | 135 | 35 | 1,695.0 | 275.1 | 251.3 | 85.2 |
| 13 | 972 | 39,314 | 853 | 33,997 | 825 | 33,297 | 15.1 | 15.3 | 3,690 | 3,400 | 92.1 | 94 | 135 | 37 | | | | |
| 18 | 964 | 38,702 | 881 | 32,726 | 809 | 32,201 | 16.1 | 16.8 | 3,380 | 3,170 | 93.8 | 100 | 135 | 40 | 1,738.0 | 294.0 | 259.0 | 85.1 |
| 21 | 938 | 37,672 | 608 | 22,755 | 551 | 21,984 | 41.3 | 41.6 | 3,450 | 3,200 | 92.8 | 120 | 140 | 41 | 1,710.0 | 273.4 | 267.3 | 84.4 |
| 24 | 960 | 38,892 | 461 | 13,836 | 368 | 12,644 | 61.7 | 67.5 | 3,560 | 3,300 | 92.7 | 164 | 140 | 39 | 1,697.3 | 253.7 | 233.2 | 86.3 |
| 27 | 952 | 37,970 | 364 | 9,890 | 323 | 8,686 | 66.1 | 77.1 | 3,600 | 3,340 | 92.8 | 160 | 145 | 40 | 1,650.0 | 250.0 | 227.2 | 86.2 |
| 33 | | | | | | | | | 3,980 | 3,680 | 92.5 | 155 | 145 | 36 | 1,756.0 | 238.0 | 224.8 | 87.2 |
| 35 | 1,079 | 43,085 | 421 | 9,550 | 340 | 7,690 | 68.5 | 82.2 | 4,070 | 3,760 | 92.4 | 176 | 145 | 36 | | | | |
| 39 | 1,092 | 43,587 | 391 | 9,311 | 327 | 8,105 | 70.1 | 81.4 | 4,170 | 3,850 | 92.3 | 160 | 145 | 35 | 1,751.0 | 257.3 | 229.2 | 86.9 |
| 49 | 1,062 | 42,160 | 362 | 8,360 | 319 | 7,637 | 70.0 | 81.9 | 3,990 | 3,630 | 91.0 | 172 | 130 | 33 | 1,723.5 | 261.8 | 242.2 | 85.9 |
| 54 | 1,032 | 41,017 | 439 | 13,414 | 394 | 11,001 | 61.8 | 73.2 | 3,690 | 3,400 | 92.1 | 188 | 130 | 35 | 1,696.4 | 264.8 | 225.5 | 86.7 |
| 58 | 1,055 | 41,814 | 348 | 8,225 | 309 | 7,494 | 70.8 | 82.1 | 3,710 | 3,420 | 92.2 | 160 | 130 | 35 | 1,753.0 | 271.3 | 229.6 | 86.9 |
| 62 | 1,024 | 40,624 | 371 | 9,532 | 348 | 9,031 | 66.0 | 77.8 | 3,490 | 3,240 | 92.8 | 100 | 135 | 39 | | | | |

**ตารางที่ ก-3 ผลการทดลองของชุดการทดลอง** M-ANA18(ต่อ)

| Cycle | Inf. | | ana | | aer | | %Rem | | MLSS | MLVSS | %MLVSS | SS | SV30 | SVI | COD(mg./l.) | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | SU | ADMI | SU | ADMI | SU | ADMI | SU | ADMI | (mg/l) | (mg/l) | | (mg/l) | (ml./l.) | (ml./g.) | Inf. | Ana. | Aer. | %rem. |
| 67 | 1,009 | 40,195 | 371 | 8,894 | 344 | 8,378 | 65.9 | 79.2 | 3,570 | 3,305 | 92.6 | 132 | 130 | 36 | 1,682.5 | 252.4 | 232.7 | 86.2 |
| 70 | 1,046 | 41,667 | 442 | 12,043 | 403 | 11,158 | 61.5 | 73.2 | 3,555 | 3,295 | 92.7 | 112 | 135 | 38 | 1,683.0 | 258.6 | 233.9 | 86.1 |
| 76 | 1,081 | 42,397 | 505 | 14,012 | 478 | 12,974 | 55.8 | 69.4 | 3,520 | 3,256 | 92.5 | 150 | 150 | 43 | | | | |
| 80 | 1,033 | 41,123 | 421 | 11,224 | 381 | 10,325 | 63.1 | 74.9 | 3,450 | 3,200 | 92.8 | 60 | 90 | 26 | 1,682.6 | 260.6 | 229.8 | 86.3 |
| 82 | 1,081 | 42,576 | 509 | 13,701 | 466 | 13,602 | 56.9 | 68.1 | 3,480 | 3,200 | 92.0 | 125 | 135 | 39 | | | | |
| 86 | 1,072 | 41,469 | 437 | 11,593 | 411 | 11,124 | 61.7 | 73.2 | 3,770 | 3,500 | 92.8 | 130 | 165 | 44 | 1,687.5 | 266.5 | 235.9 | 86.0 |
| 91 | 1,078 | 41,764 | 440 | 12,076 | 422 | 11,764 | 60.8 | 71.8 | 3,960 | 3,680 | 92.9 | 116 | 185 | 47 | 1,626.4 | 259.8 | 232.1 | 85.7 |
| 96 | 992 | 39,244 | 453 | 12,644 | 419 | 11,740 | 57.7 | 70.1 | 3,885 | 3,580 | 92.1 | 128 | 220 | 57 | 1,626.4 | 261.8 | 234.0 | 85.6 |
| 101 | 1,018 | 40,362 | 458 | 13,429 | 423 | 12,287 | 58.4 | 69.6 | 3,920 | 3,630 | 92.6 | 156 | 220 | 56 | 1,672.1 | 255.7 | 232.1 | 86.1 |
| 103 | 1,070 | 42,588 | 435 | 12,068 | 399 | 11,385 | 62.7 | 73.3 | 3,680 | 3,400 | 92.4 | 152 | 700 | 190 | | | | |
| 108 | 1,020 | 40,430 | 540 | 12,072 | 496 | 11,344 | 51.4 | 71.9 | 3,160 | 2,936 | 92.9 | 172 | 700 | 222 | 1,651.2 | 249.6 | 226.6 | 86.3 |
| 110 | 1,010 | 40,028 | 414 | 10,143 | 369 | 9,543 | 63.5 | 76.2 | 3,400 | 3,160 | 92.9 | 228 | 800 | 235 | | | | |
| 112 | 1,065 | 42,322 | 503 | 16,510 | 471 | 13,940 | 55.8 | 67.1 | 3,350 | 3,100 | 92.5 | 232 | 800 | 239 | 1,632.0 | 238.1 | 218.9 | 86.6 |
| 115 | 1,075 | 42,877 | 515 | 16,141 | 491 | 15,395 | 54.3 | 64.1 | 3,570 | 3,310 | 92.7 | 112 | 210 | 59 | | | | |
| 118 | 1,035 | 41,024 | 388 | 9,043 | 356 | 8,853 | 65.6 | 78.4 | 3,840 | 3,550 | 92.4 | 96 | 210 | 55 | 1,663.0 | 241.9 | 217.3 | 86.9 |
| 121 | 1,019 | 40,517 | 365 | 8,693 | 340 | 8,690 | 66.6 | 78.6 | 3,850 | 3,550 | 92.2 | 80 | 210 | 55 | | | | |

**ตารางที่ ก-3 ผลการทดลองของชุดการทดลอง M-ANA18(ต่อ)**

| Cycle | Inf. | | ana | | aer | | %Rem | | MLSS | MLVSS | %MLVSS | SS | SV30 | SVI | COD(mg./l.) | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | SU | ADMI | SU | ADMI | SU | ADMI | SU | ADMI | (mg/l) | (mg/l) | | (mg/l) | (ml./l.) | (ml./g.) | Inf. | Ana. | Aer. | %rem. |
| 123 | 1,024 | 40,540 | 401 | 10,349 | 377 | 10,012 | 63.2 | 75.3 | 3,820 | 3,520 | 92.1 | 60 | 200 | 52 | | | | |
| 127 | 1,076 | 42,715 | 420 | 11,813 | 385 | 11,580 | 64.2 | 72.9 | 3,800 | 3,500 | 92.1 | 92 | 235 | 62 | 1,663.0 | 257.0 | 230.6 | 86.1 |
| 137 | | | | | | | | | 3,210 | 2,953 | 92.0 | 502 | 850 | 265 | | | | |
| 143 | 1,031 | 40,840 | 527 | 16,869 | 494 | 16,742 | 52.1 | 59.0 | 2,780 | 2,555 | 91.9 | 456 | 550 | 198 | 1,683.6 | 257.9 | 243.6 | 85.5 |
| 146 | 1,034 | 40,941 | 482 | 15,174 | 457 | 15,094 | 55.8 | 63.1 | 3,380 | 3,090 | 91.4 | 384 | 450 | 133 | 1,658.8 | 236.5 | 225.9 | 86.4 |
| 149 | 1,030 | 40,890 | 487 | 14,824 | 450 | 13,865 | 56.4 | 66.1 | 3,410 | 3,120 | 91.5 | 292 | 350 | 103 | 1,635.6 | 231.1 | 222.2 | 86.4 |
| 152 | 1,025 | 40,715 | 425 | 11,759 | 413 | 11,523 | 59.7 | 71.7 | 3,590 | 3,300 | 91.9 | 164 | 330 | 92 | | | | |
| 156 | | | | | | | | | 3,540 | 3,290 | 92.9 | 120 | 310 | 88 | | | | |
| 164 | 1,033 | 40,900 | 397 | 10,270 | 386 | 9,931 | 62.6 | 75.7 | 3,580 | 3,310 | 92.5 | 120 | 300 | 84 | 1,680.0 | 248.0 | 232.0 | 86.2 |
| 165 | 1,039 | 41,258 | 424 | 11,739 | 417 | 11,565 | 59.8 | 72.0 | 3,560 | 3,280 | 92.1 | 84 | 290 | 81 | | | | |
| 170 | 1,025 | 40,837 | 426 | 11,819 | 420 | 11,680 | 59.0 | 71.4 | 3,590 | 3,310 | 92.2 | 95 | 280 | 78 | 1,652.5 | 243.9 | 238.0 | 85.6 |
| 173 | 1,057 | 41,876 | 421 | 11,729 | 413 | 11,580 | 60.9 | 72.3 | 3,600 | 3,320 | 92.2 | 109 | 250 | 69 | | | | |
| 174 | 1,022 | 40,715 | 428 | 11,931 | 420 | 11,745 | 58.9 | 71.2 | 3,570 | 3,300 | 92.4 | 97 | 250 | 70 | 1,678.9 | 240.2 | 236.2 | 85.9 |
| 177 | 1,025 | 40,798 | 431 | 11,999 | 403 | 11,613 | 60.7 | 71.5 | 3,540 | 3,280 | 92.7 | 86 | 250 | 71 | 1,703.2 | 236.1 | 224.5 | 86.8 |
| 178 | 1,033 | 40,990 | 428 | 11,972 | 422 | 11,790 | 59.2 | 71.2 | 3,520 | 3,270 | 92.9 | 115 | 250 | 71 | 1,680.3 | 241.2 | 237.4 | 85.9 |
| 186 | 1,013 | 40,324 | 421 | 11,750 | 388 | 11,176 | 61.7 | 72.3 | 3,550 | 3,280 | 92.4 | 98 | 250 | 70 | 1,670.4 | 238.1 | 234.2 | 86.0 |
| 188 | 1,049 | 41,845 | 400 | 11,965 | 385 | 11,299 | 63.3 | 73.0 | 3,540 | 3,270 | 92.4 | 112 | 250 | 71 | 1,657.1 | 238.1 | 231.1 | 86.1 |

**ตารางที่ ก-3 ผลการทดลองของชุดการทดลอง M-ANA18(ต่อ)**

| Cycle | Phosphorus(mg/l) | | | | | | N-TKN (mg./l.) | | | | Alkalinity(mg/l $CaCO_3$) | | | VFA(mg/l as$CaCO_3$) | | | pH | | | ORP | | DO(mg/l) | | Temperature($^0$C) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Inf. | ana. | aer. | TP | %P rem | %P content | inf. | ana. | aer. | %rem | inf. | ana. | aer. | inf. | ana. | aer. | inf. | ana. | aer. | ana. | aer. | ana. | aer. | ana. | aer. |
| 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | 7.3 | 6.7 | 7.9 | | | 0.05 | 5.8 | 28.5 | 29.0 |
| 7 | | | | | | | | | | | 342 | 410 | 373 | | | | 7.3 | 6.8 | 8.1 | | | | | | |
| 11 | 32.9 | 29.6 | 19.7 | | 40.1 | | 102 | 55.9 | 42.3 | 58.4 | 391 | 462 | 426 | 54.3 | 55.4 | 50.8 | 7.2 | 6.7 | 8.0 | | | | | | |
| 21 | 30.9 | 28.3 | 19.8 | | 35.9 | | 99.6 | 56.2 | 43.9 | 55.9 | 422 | 554 | 448 | 56.2 | 60.5 | 52.1 | 7.3 | 6.8 | 8.1 | -259 | 33.0 | 0.05 | 6.1 | | |
| 27 | 32.4 | 30.5 | 19.1 | | 41.0 | | 97.5 | 51.7 | 38.9 | 60.1 | 415 | 567 | 432 | 50.6 | 52.4 | 48.2 | | | | | | | | | |
| 39 | 29.7 | 26.7 | 18.1 | | 39.1 | | 98.2 | 49.3 | 37.2 | 62.1 | 442 | 571 | 452 | 38.1 | 55.1 | 53.4 | 7.3 | 6.7 | 8.1 | -281 | 41.0 | | | | |
| 49 | | | | | | | | | | | 426 | 567 | 448 | 48.5 | 66.7 | 42.4 | 7.2 | 6.5 | 7.9 | -262 | 30.0 | 0.05 | 5.9 | 30.0 | 29.8 |
| 54 | 30.5 | 28.2 | 17.8 | | 41.6 | | 101 | 52.3 | 39.2 | 61.3 | 426 | 557 | 450 | 60.6 | 66.7 | 48.5 | 7.2 | 6.7 | 7.9 | -268 | 48.0 | 0.05 | 5.9 | 30.0 | 28.9 |
| 62 | 35.9 | 34.9 | 18.9 | | 47.4 | | 99.4 | 53.4 | 37.5 | 62.3 | 421 | 587 | 483 | 54.6 | 54.6 | 35.0 | 7.2 | 6.7 | 8.1 | -254 | 46.0 | 0.07 | 5.6 | 28.9 | 29.4 |
| 67 | | | | | | | | | | | 386 | 528 | 447 | 48.8 | 48.8 | 39.1 | 7.3 | 6.6 | 8.0 | -250 | 32.0 | 0.05 | 5.3 | 29.1 | 29.4 |
| 70 | 27.1 | 26.7 | 14.9 | | 45.0 | | 95.7 | 53.7 | 38.7 | 59.6 | 390 | 547 | 447 | 48.8 | 51.3 | 41.5 | 7.2 | 6.8 | 8.0 | -265 | 54.0 | 0.05 | 5.2 | 28.5 | 29.1 |
| 76 | 27.3 | 25.9 | 16.2 | 77.5 | 40.7 | 1.9 | 95.4 | 52.5 | 36.3 | 62.0 | | | | | | | | | | -268 | 35.0 | 0.05 | 6.0 | 27.9 | 28.2 |
| 80 | 27.9 | 25.3 | 16.0 | 77.9 | 42.7 | 1.9 | 96.0 | 39.3 | 39.3 | 59.0 | 395 | 550 | 424 | 43.9 | 51.3 | 39.1 | 7.3 | 6.7 | 7.9 | -267 | 41.0 | 0.04 | 5.5 | 28.7 | 27.9 |
| 82 | 29.0 | 25.2 | 15.4 | 75.2 | 46.9 | 1.9 | 98.6 | 57.3 | 43.0 | 56.4 | | | | | | | 7.3 | 6.8 | 8.1 | -259 | 38.0 | 0.05 | 6.1 | 27.8 | 28.3 |
| 86 | 25.4 | 25.6 | 16.3 | 78.2 | 35.8 | 1.8 | 98.6 | 57.0 | 38.7 | 60.8 | 409 | 507 | 424 | 41.5 | 51.3 | 40.6 | 7.2 | 6.5 | 8.0 | -241 | 51.0 | 0.07 | 5.9 | 28.8 | 29.3 |
| 91 | 26.6 | 25.4 | 14.3 | 79.2 | 46.2 | 1.8 | 93.3 | 48.7 | 37.7 | 59.6 | 405 | 538 | 424 | 43.9 | 46.4 | 34.2 | 7.2 | 6.7 | 7.9 | -257 | 56.0 | 0.05 | 5.9 | 28.5 | 29.3 |

**ตารางที่ ก-3 ผลการทดลองของชุดการทดลอง M-ANA18(ต่อ)**

| Cycle | Phosphorus(mg/l) | | | | | | N-TKN (mg./l.) | | | | Alkalinity(mg/l $CaCO_3$) | | | VFA(mg/l as$CaCO_3$) | | | pH | | | ORP | | DO(mg/l) | | Temperature($^0$C) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Inf. | ana. | aer. | TP | %P rem | %P content | inf. | ana. | aer. | %rem | inf. | ana. | aer. | inf. | ana. | aer. | inf. | ana. | aer. | ana. | aer. | ana. | aer. | ana. | aer. |
| 96 | 25.8 | 24.6 | 16.1 | 80.1 | 37.6 | 1.8 | 95.2 | 57.3 | 37.2 | 60.9 | 393 | 550 | 443 | 43.9 | 53.7 | 44.3 | 7.2 | 6.7 | 8.0 | -275 | 43.0 | 0.07 | 5.9 | 28.4 | 29.2 |
| 101 | 27.0 | 24.4 | 14.2 | 79.2 | 47.4 | 1.8 | 95.2 | 48.0 | 35.3 | 62.9 | 409 | 537 | 425 | 48.8 | 58.6 | 43.9 | 7.3 | 6.7 | 7.9 | -270 | 53.0 | 0.07 | 5.8 | 27.8 | 28.6 |
| 108 | 27.0 | 27.0 | 16.8 | 69.6 | 37.8 | 1.8 | 107.9 | 44.3 | 26.0 | 75.9 | 387 | 569 | 469 | 51.7 | 61.6 | 50.3 | 7.3 | 6.8 | 8.0 | -265 | 50.0 | 0.07 | 6.0 | 27.1 | 27.8 |
| 112 | 29.2 | 29.6 | 15.0 | 72.0 | 48.6 | 1.8 | 110.7 | 53.9 | 40.0 | 63.9 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 115 | | | | | | | | | | | | | | | | | 7.3 | 6.7 | 8.0 | -260 | 45.0 | 0.05 | 5.7 | 27.7 | 28.9 |
| 118 | 28.8 | 27.0 | 15.1 | 90.8 | 47.6 | 2.1 | 107.0 | 46.4 | 28.0 | 73.8 | | | | | | | 7.2 | 6.7 | 8.0 | -265 | 54.0 | 0.05 | 4.7 | 29.0 | 29.2 |
| 127 | 28.5 | 26.2 | 14.9 | 82.3 | 47.7 | 1.9 | 104.2 | 45.4 | 30.1 | 71.1 | 409 | 518 | 428 | 43.9 | 53.7 | 36.6 | 7.2 | 6.6 | 7.9 | -290 | 41.0 | 0.05 | 4.1 | 27.5 | 28.6 |
| 149 | 27.9 | 24.6 | 14.3 | 75.6 | 48.8 | 2.0 | 100 | 49.8 | 29.5 | 70.6 | 419 | 548 | 442 | 42.6 | 47.2 | 39.9 | | | | | | | | | |
| 164 | 28.5 | 25.1 | 15.4 | 78.7 | 45.9 | 1.9 | 99.8 | 52.1 | 33.4 | 66.5 | 410 | 540 | 439 | 45.3 | 48.3 | 40.9 | | | | | | | | | |
| 174 | 28.8 | 24.7 | 15.3 | 78.6 | 46.8 | 1.9 | 98.5 | 49.6 | 31.2 | 68.3 | 413 | 546 | 446 | 46.2 | 54.6 | 41.9 | 7.3 | 6.8 | 8.2 | -275 | 36.0 | 0.04 | 5.8 | 27.5 | 28.6 |
| 177 | 28.0 | 23.7 | 14.9 | 79.5 | 46.9 | 2.0 | 104 | 52.1 | 32.9 | 68.3 | 398 | 540 | 453 | 44.8 | 49.5 | 39.6 | 7.3 | 6.9 | 8.2 | -267 | 42.0 | 0.05 | 5.7 | 27.1 | 28.4 |
| 178 | 28.3 | 24.9 | 14.7 | 79.8 | 48.1 | 2.0 | 103 | 48.9 | 29.3 | 71.5 | 401 | 538 | 451 | 46.5 | 52.8 | 42.1 | 7.3 | 6.8 | 8.2 | -290 | 40.0 | 0.05 | 5.9 | 27.9 | 29.0 |
| 186 | 29.0 | 24.6 | 15.0 | 78.8 | 48.3 | 1.9 | 101.0 | 55.7 | 33.3 | 67.0 | 409 | 553 | 459 | 41.9 | 59.1 | 36.9 | 7.3 | 6.8 | 8.3 | -280 | 44.0 | 0.04 | 6.0 | 28.7 | 29.6 |
| 188 | 28.5 | 25.1 | 14.5 | 80.5 | 49.0 | 2.0 | 99.4 | 51.6 | 28.5 | 71.3 | 411 | 542 | 454 | 44.3 | 59.1 | 39.4 | 7.3 | 6.9 | 8.2 | -274 | 42.0 | 0.04 | 6.1 | 29.4 | 30.1 |

**ตารางที่ ก-4 โพรไฟล์ของชุดการทดลอง M-ANA18**

| time | Color Intensity | | COD | pH | Alkalinity | VFA | ORP | DO | Temperature |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| (hr.) | SU | ADMI | (mg./l.) | | (mg.$CaCO_3$/l.) | (mg.$CaCO_3$/l.) | (mV) | (mg/l) | ($^0$C) |
| 0.08 | 824 | 30907 | 655 | 7.15 | 438.9 | 61.8 | -60 | 0.3 | 31.7 |
| 0.25 | 817 | 30660 | 728 | 6.83 | 427.1 | 78.6 | -198 | 0.07 | 31.6 |
| 0.50 | 781 | 29150 | 426 | 6.63 | 409.5 | 103.9 | -260 | 0.06 | 31.4 |
| 0.75 | 750 | 28622 | 408 | 6.72 | 416.4 | 116.9 | -300 | 0.05 | 30.9 |
| 1.00 | 725 | 27231 | 371 | 6.71 | 428.2 | 126.1 | -320 | 0.05 | 30.6 |
| 1.50 | 710 | 26028 | 345 | 6.73 | 468.3 | 118.7 | -360 | 0.05 | 30.2 |
| 2.00 | 661 | 24610 | 302 | 6.76 | 511.2 | 103.9 | -382 | 0.04 | 29.9 |
| 3.00 | 630 | 22946 | 284 | 6.77 | 556.7 | 79.1 | -387 | 0.04 | 29.9 |
| 5.00 | 568 | 20037 | 273 | 6.77 | 559.3 | 66.8 | -387 | 0.04 | 30.0 |
| 10.00 | 485 | 15652 | 251 | 6.79 | 548.6 | 61.7 | -387 | 0.04 | 30.0 |
| 18.00 | 419 | 11070 | 242 | 6.83 | 535.3 | 54.4 | -390 | 0.04 | 29.6 |
| 18.25 | | | | | | | -120 | 0.04 | 29.3 |
| 18.50 | | | | | | | -10 | 2.99 | 29.3 |
| 19.00 | 386 | 10822 | 238 | 8.03 | 505.8 | 49.5 | 25 | 3.6 | 29.3 |
| 21.00 | 380 | 10678 | 238 | 8.18 | 471.0 | 49.5 | 51 | 6.12 | 29.0 |
| 23.00 | 377 | 10505 | 238 | 8.20 | 455.0 | 49.5 | 59 | 6.23 | 28.9 |

**ตารางที่ ก-5 ผลการทดลองของชุดการทดลอง M-ANA30**

| | Influent | | anaerobic | | aerobic | | %Rem | | MLSS | MLVSS | %MLVSS | SS | SV30 | SVI | COD(mg./l") | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Cycle | SU | ADMI | SU | ADMI | SU | ADMI | SU | ADMI | (mg/l) | (mg/l) | | (mg/l) | (ml./l.) | (ml./g.) | Inf. | Ana. | Aer. | %rem. |
| 2 | | | | | | | | | 2,870 | 2,730 | 95.1 | | | | 1692 | 260 | 248 | 85.3 |
| 4 | 962 | 38,093 | 797 | 29,903 | 734 | 28,810 | 23.8 | 24.4 | 2,760 | 2,580 | 93.5 | 124 | | | 1681 | 259 | 249 | 85.2 |
| 6 | 988 | 39,525 | 787 | 29,821 | 780 | 29,660 | 21.1 | 25.0 | 2,400 | 2,253 | 93.9 | 130 | | | 1670 | 254 | 248 | 85.2 |
| 10 | 946 | 37,606 | 707 | 27,738 | 675 | 26,649 | 28.6 | 29.1 | 1,930 | 1,810 | 93.8 | 112 | | | 1587 | 257 | 248 | 84.4 |
| 12 | 961 | 38,900 | 555 | 20,090 | 509 | 19,968 | 47.0 | 48.7 | 1,910 | 1,800 | 94.2 | 120 | 80 | 42 | 1697 | 228 | 218 | 87.2 |
| 15 | 960 | 38,765 | 357 | 8,498 | 289 | 7,460 | 69.9 | 80.8 | 1,960 | 1,827 | 93.2 | 132 | 80 | 41 | 1699 | 257 | 208 | 87.8 |
| 20 | 1,069 | 42,289 | 371 | 10,315 | 315 | 9,307 | 70.5 | 78.0 | 1,975 | 1,839 | 93.1 | 135 | 70 | 35 | 1762 | 255 | 220 | 87.5 |
| 22 | 1,006 | 40,862 | 350 | 7,971 | 304 | 7,013 | 69.8 | 82.8 | 2,050 | 1,900 | 92.7 | 136 | 60 | 29 | 1730 | 257 | 216 | 87.5 |
| 26 | 1,050 | 41,727 | 380 | 8,910 | 323 | 8,011 | 69.2 | 80.8 | | | | | | | 1690 | 237 | 225 | 86.7 |
| 29 | 1,037 | 41,424 | 311 | 6,918 | 291 | 6,361 | 71.9 | 84.6 | 2,200 | 2,010 | 91.4 | 180 | 70 | 32 | 1614 | 258 | 234 | 85.5 |
| 33 | 993 | 39,618 | 291 | 6,227 | 255 | 5,255 | 74.3 | 86.7 | 2,180 | 2,000 | 91.7 | 88 | 70 | 32 | 1696 | 255 | 219 | 87.1 |
| 36 | 1,072 | 42,508 | 301 | 6,273 | 271 | 5,533 | 74.7 | 87.0 | 2,370 | 2,178 | 91.9 | 112 | 80 | 34 | 1710 | 282 | 230 | 86.6 |
| 38 | 1,014 | 40,347 | 302 | 6,726 | 275 | 6,126 | 72.9 | 84.8 | 2,090 | 1,940 | 92.8 | 100 | 70 | 33 | | | | |
| 41 | 1,078 | 42,502 | 355 | 8,107 | 314 | 7,359 | 70.8 | 82.7 | 2,225 | 2,080 | 93.5 | 104 | 75 | 34 | 1690 | 257 | 217 | 87.1 |
| 43 | 1,024 | 41,212 | 281 | 5,914 | 252 | 5,057 | 75.4 | 87.7 | 2,315 | 2,125 | 91.8 | 132 | 75 | 32 | 1720 | 254 | 226 | 86.9 |
| 47 | | | | | | | | | 2,175 | 1,994 | 91.7 | 120 | 75 | 34 | | | | |

**ตารางที่ ก-5 ผลการทดลองของชุดการทดลอง M-ANA30(ต่อ)**

| | Influent | | anaerobic | | aerobic | | %Rem | | MLSS | MLVSS | %MLVSS | SS | SV30 | SVI | COD(mg./l.) | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Cycle | SU | ADMI | SU | ADMI | SU | ADMI | SU | ADMI | (mg/l) | (mg/l) | | (mg/l) | (ml./l.) | (ml./g.) | Inf. | Ana. | Aer. | %rem. |
| 50 | 1,018 | 40,623 | 243 | 4,685 | 232 | 4,470 | 77.2 | 89.0 | 2,125 | 1,950 | 91.8 | 124 | 75 | 35 | 1683 | 267 | 228 | 86.5 |
| 52 | 1,053 | 41,970 | 261 | 5,592 | 243 | 4,945 | 76.9 | 88.2 | 2,200 | 2,020 | 91.8 | 140 | 80 | 36 | | | | |
| 54 | 1,030 | 41,590 | 268 | 5,961 | 261 | 5,670 | 74.7 | 86.4 | 2,070 | 1,910 | 92.3 | 166 | 75 | 36 | 1688 | 248 | 224 | 86.7 |
| 58 | 1,056 | 42,055 | 259 | 5,190 | 244 | 4,731 | 76.9 | 88.8 | 1,920 | 1,765 | 91.9 | 140 | 75 | 39 | 1686 | 260 | 226 | 86.6 |
| 62 | 1,024 | 40,789 | 285 | 6,220 | 277 | 5,897 | 72.9 | 85.5 | 2,110 | 1,940 | 91.9 | 128 | 70 | 33 | | | | |
| 65 | 1,080 | 42,826 | 316 | 7,546 | 309 | 7,295 | 71.4 | 83.0 | 2,140 | 1,970 | 92.1 | 140 | 70 | 33 | 1652 | 252 | 226 | 86.3 |
| 66 | 1,024 | 41,026 | 296 | 6,381 | 273 | 5,913 | 73.3 | 85.6 | | | | | | | | | | |
| 70 | 1,057 | 42,346 | 296 | 6,382 | 283 | 5,989 | 73.3 | 85.9 | 2,210 | 2,040 | 92.3 | 134 | 80 | 36 | 1766 | 253 | 223 | 87.4 |
| 71 | 1,042 | 41,590 | 314 | 6,177 | 298 | 6,139 | 71.4 | 85.2 | | | | | | | | | | |
| 72 | 1,024 | 40,699 | 288 | 5,990 | 277 | 5,590 | 73.0 | 86.3 | 2,090 | 1,920 | 91.9 | 145 | 80 | 38 | | | | |
| 74 | 1,059 | 42,136 | 299 | 6,242 | 278 | 5,651 | 73.8 | 86.6 | 2,120 | 1,950 | 92.0 | 160 | 85 | 40 | 1701 | 242 | 208 | 87.8 |
| 76 | 1,075 | 42,767 | 300 | 6,341 | 293 | 5,921 | 72.8 | 86.2 | 2,190 | 2,010 | 91.8 | 140 | 85 | 39 | | | | |
| 78 | 990 | 39,477 | 275 | 5,478 | 266 | 5,241 | 73.1 | 86.7 | 2,290 | 2,100 | 91.7 | 136 | 85 | 37 | 1625 | 268 | 242 | 85.1 |
| 80 | | | | | | | | | 2,150 | 1,980 | 92.1 | 132 | 85 | 40 | | | | |
| 83 | 1,098 | 44,431 | 350 | 8,094 | 350 | 7,806 | 68.1 | 82.4 | | | | | | | 1659 | 240 | 214 | 87.1 |
| 88 | 1,100 | 43,832 | 345 | 7,965 | 341 | 7,776 | 69.0 | 82.3 | 2,150 | 1,970 | 91.6 | 130 | 90 | 42 | | | | |

**ตารางที่ ก-5 ผลการทดลองของชุดการทดลอง M-ANA30(ต่อ)**

| Cycle | Influent | | anaerobic | | aerobic | | %Rem | | MLSS | MLVSS | %MLVSS | SS | SV30 | SVI | COD(mg./l.) | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | SU | ADMI | SU | ADMI | SU | ADMI | SU | ADMI | (mg/l) | (mg/l) | | (mg/l) | (ml./l.) | (ml./g.) | Inf. | Ana. | Aer. | %rem. |
| 94 | 1,049 | 41,449 | 318 | 7,122 | 316 | 6,880 | 69.9 | 83.4 | 2,020 | 1,850 | 91.6 | 95 | 90 | 45 | | | | |
| 96 | 1,025 | 40,549 | 328 | 7,402 | 324 | 7,202 | 68.4 | 82.2 | 2,270 | 2,080 | 91.6 | 103 | 90 | 40 | 1636 | 222 | 206 | 87.4 |
| 99 | 996 | 39,606 | 266 | 5,305 | 259 | 5,053 | 74.0 | 87.2 | 2,340 | 2,160 | 92.3 | 115 | 90 | 38 | | | | |
| 106 | 1,039 | 41,549 | 277 | 5,505 | 269 | 5,216 | 74.1 | 87.4 | 2,210 | 2,030 | 91.9 | 96 | 90 | 41 | 1680 | 244 | 222 | 86.8 |
| 108 | 1,071 | 42,520 | 307 | 6,116 | 277 | 5,611 | 74.1 | 86.8 | 2,220 | 2,020 | 91.0 | 124 | 90 | 41 | 1706 | 246 | 222 | 87.0 |
| 110 | 1,028 | 40,837 | 282 | 5,731 | 274 | 5,711 | 73.4 | 86.0 | 2,200 | 2,010 | 91.4 | 105 | 90 | 41 | 1613 | 238 | 224 | 86.1 |
| 112 | 1,021 | 40,715 | 283 | 5,672 | 267 | 5,648 | 73.9 | 86.1 | 2,210 | 2,020 | 91.4 | 95 | 90 | 41 | 1672 | 248 | 224 | 86.6 |
| 115 | 1,049 | 41,541 | 299 | 6,427 | 299 | 6,251 | 71.5 | 85.0 | 2,190 | 2,010 | 91.8 | 100 | 90 | 41 | 1703 | 255 | 226 | 86.8 |

**ตารางที่ ก.-5 ผลการทดลองของชุดการทดลอง M-ANA30(ต่อ)**

| Cycle | Phosphorus(mg/l) | | | | | | N-TKN (mg./l.) | | | | Alkalinity(mg/l $CaCO_3$) | | | VFA(mg/l as$CaCO_3$) | | | pH | | | ORP | | DO(mg/l) | | Temperature | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Inf. | ana. | aer. | TP | %P rem | %P content | inf. | ana. | aer. | %rem | inf. | ana. | aer. | inf. | ana. | aer. | inf. | ana. | aer. | ana. | aer. | ana. | aer. | ana. | aer. |
| 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | 7.20 | 6.70 | 8.10 | -295 | 35 | 0.05 | 6.2 | | |
| 10 | | | | | | | | | | | | | | | | | 7.20 | 6.90 | 8.25 | -290 | 39 | 0.05 | 6.2 | | |
| 12 | 35.6 | 29.1 | 21.7 | | 39.0 | | 99.6 | 55.8 | 35.3 | 64.6 | 435.3 | 529.3 | 470 | | | | | | | | | | | | |
| 22 | 34.5 | 27.7 | 20.6 | | 40.3 | | 98.7 | 50.6 | 36.9 | 62.6 | 428.0 | 537.5 | 489.7 | 46.1 | 45.0 | 44.2 | 7.20 | 7.10 | 8.34 | -319 | 52 | 0.05 | 6.1 | 29.7 | 29.9 |
| 26 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 29 | 26.1 | 25.9 | 14.1 | | 46.0 | | 100.2 | 49.3 | 36.0 | 64.1 | 435.5 | 535.0 | 465.3 | 48.5 | 48.5 | 42.4 | 7.17 | 6.92 | 8.13 | -255 | 44 | 0.05 | 6.1 | 30.1 | 29.4 |
| 33 | | | | | | | | | | | 408.1 | 525.0 | 442.9 | 48.5 | 49.5 | 48.5 | | | | | | | | | |
| 36 | | | | | | | | | | | | | | | | | 7.24 | 6.89 | 8.21 | -285 | 45 | 0.06 | 6.0 | 29.4 | 29.3 |
| 38 | | | | | | | | | | | 390.7 | 531.3 | 442.9 | 46.2 | 48.6 | 44.8 | 7.20 | 6.83 | 8.09 | -291 | 32 | 0.05 | 6.0 | 29.6 | 29.3 |
| 41 | 28.4 | 22.9 | 15.1 | | 46.8 | | 97.3 | 53.0 | 32.0 | 67.1 | 407.0 | 525.7 | 440.3 | 43.1 | 50.8 | 40.6 | 7.17 | 6.84 | 8.02 | -295 | 33 | 0.06 | 6.2 | 29.5 | 29.2 |
| 43 | | | | | | | | | | | 395.1 | 504.6 | 432.5 | 43.9 | 53.7 | 41.6 | 7.20 | 6.85 | 8.12 | -295 | 55 | 0.06 | 5.9 | 29.9 | 28.6 |
| 50 | 27.4 | 23.6 | 15.4 | 63.4 | 43.8 | 2.5 | 98.6 | 45.3 | 28.8 | 70.8 | 397.5 | 515.3 | 439.5 | 43.9 | 52.8 | 41.5 | 7.25 | 6.77 | 8.12 | -288 | 35 | 0.05 | 6.1 | 29.6 | 29.1 |
| 54 | 27.6 | 22.6 | 14.6 | 59.6 | 47.1 | 2.4 | 97.3 | 44.6 | 28.0 | 71.2 | 397.5 | 507.0 | 448.2 | 48.8 | 48.8 | 39.1 | 7.23 | 6.88 | 8.27 | -290 | 42 | 0.05 | 6.2 | 29.9 | 29.9 |
| 58 | 27.4 | 19.2 | 14.2 | 40.6 | 48.2 | 1.5 | 94.6 | 49.3 | 30.7 | 67.6 | 399.9 | 521.2 | 465.8 | 46.4 | 53.7 | 39.1 | 7.23 | 6.83 | 8.24 | -293 | 45 | 0.05 | 6.0 | 29.6 | 29.4 |
| 62 | 28.8 | 21.2 | 14.7 | 47.0 | 49.0 | 1.7 | 97.5 | 43.2 | 27.4 | 71.9 | 415.5 | 498.5 | 440.6 | 48.8 | 54.6 | 38.9 | 7.20 | 6.77 | 8.23 | -295 | 38 | 0.05 | 6.0 | 29.8 | 29.2 |
| 65 | 28.6 | 22.4 | 15.0 | 48.8 | 47.6 | 1.7 | 99.7 | 47.3 | 31.8 | 68.1 | 401.3 | 491.6 | 445.3 | | | | | | | | | | | | |
| 66 | | | | | | | | | | | | | | | | | 7.20 | 6.85 | 8.26 | -300 | 45 | 0.05 | 6.0 | 27.9 | 27.5 |

**ตารางที่ ก-5 ผลการทดลองของชุดการทดลอง M-ANA30(ต่อ)**

| Cycle | Phosphorus(mg/l) | | | | | | N-TKN (mg./l.) | | | | Alkalinity(mg/l $CaCO_3$) | | | VFA(mg/l as$CaCO_3$) | | | pH | | | ORP | | DO(mg/l) | | Temperature | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Inf. | ana. | aer. | TP | %P rem | %Pcontent | inf. | ana. | aer. | %rem | inf. | ana. | aer. | inf. | ana. | aer. | inf. | ana. | aer. | ana. | aer. | ana. | aer. | ana. | aer. |
| 70 | 28.0 | 25.3 | 14.5 | 53.6 | 48.2 | 1.9 | 101.2 | 48.0 | 22.3 | 77.9 | 404.5 | 500.4 | 464.6 | 46.2 | 56.8 | 39.2 | 7.20 | 6.83 | 8.26 | -298 | 46 | 0.05 | 6.0 | 27.7 | 27.5 |
| 72 | 28.8 | 29.0 | 13.6 | 58.5 | 52.8 | 2.3 | 104.9 | 46.5 | 28.6 | 72.8 | | | | | | | 7.20 | 6.95 | 8.23 | -305 | 45 | 0.05 | 6.0 | 28.9 | 28.5 |
| 74 | 27.6 | 27.8 | 17.6 | 59.6 | 36.2 | 2.2 | 104.9 | 40.2 | 27.4 | 73.9 | 411.6 | 498.2 | 460.2 | 43.5 | 52.6 | 41.2 | 7.20 | 6.93 | 8.29 | -315 | 40 | 0.05 | 6.0 | 29.4 | 30.0 |
| 76 | | | | | | | | | | | | | | | | | 7.20 | 6.89 | 8.25 | -320 | 55 | 0.06 | 5.9 | 29.4 | 29.7 |
| 78 | 28.2 | 35.2 | 13.4 | 57.6 | 52.5 | 2.1 | 98.7 | 52.4 | 21.5 | 78.2 | 409.3 | 508.2 | 465.8 | 46.8 | 49.3 | 38.1 | 7.20 | 6.75 | 8.19 | -313 | 57 | 0.07 | 5.8 | 29.5 | 29.7 |
| 80 | | | | | | | | | | | | | | | | | 7.20 | 6.76 | 8.19 | -312 | 60 | 0.08 | 5.6 | 29.3 | 29.6 |
| 83 | | | | | | | | | | | | | | | | | 7.23 | 6.88 | 8.13 | -303 | 52 | 0.06 | 5.9 | 28.7 | 28.5 |
| 88 | 27.4 | 31.4 | 13.4 | 62.8 | 51.1 | 2.5 | 100.2 | 54.6 | 38.6 | 61.5 | 401.2 | 505.8 | 462.6 | 41.8 | 57.6 | 35.2 | 7.25 | 6.89 | 8.26 | -321 | 54 | 0.05 | 6.1 | 28.5 | 28.7 |
| 94 | | | | | | | | | | | | | | | | | 7.29 | 6.78 | 8.29 | -319 | 50 | 0.05 | 6.0 | 28.3 | 28.5 |
| 96 | 28.0 | 26.2 | 15.4 | 61.2 | 45.0 | 2.2 | 98.7 | 53.5 | 32.6 | 67.0 | 398.5 | 501.5 | 454.3 | 42.8 | 53.2 | 35.1 | 7.35 | 6.75 | 8.36 | -315 | 54 | 0.06 | 6.0 | 28.2 | 28.6 |
| 99 | | | | | | | | | | | | | | | | | 7.32 | 6.82 | 8.32 | -312 | 52 | 0.05 | 5.9 | 28.2 | 28.0 |
| 106 | 25.6 | 24.7 | 14.0 | 57.9 | 45.3 | 2.2 | 101.7 | 49.7 | 32.9 | 67.6 | 415.7 | 510.3 | 469.2 | 46.1 | 55.2 | 45.3 | 7.34 | 6.79 | 8.25 | -309 | 58 | 0.06 | 5.9 | 28.0 | 28.5 |
| 108 | 27.6 | 25.6 | 15.1 | 55.8 | 45.3 | 2.0 | 103.2 | 53.5 | 35.9 | 65.2 | 407.5 | 512.4 | 468.7 | 43.8 | 54.2 | 39.4 | 7.33 | 6.85 | 8.35 | -310 | 55 | 0.05 | 5.9 | 28.1 | 28.5 |
| 110 | 27.2 | 25.4 | 14.6 | 56.4 | 46.3 | 2.1 | 102.5 | 56.1 | 30.8 | 69.9 | 395.2 | 504.8 | 462.4 | 41.2 | 58.9 | 38.6 | 7.31 | 6.91 | 8.35 | -315 | 52 | 0.06 | 5.9 | 29.8 | 28.8 |
| 112 | 28.8 | 24.5 | 13.2 | 56.4 | 54.2 | 2.1 | 102.5 | 53.1 | 35.0 | 65.8 | 402.8 | 502.2 | 475.5 | 43.8 | 53.9 | 41.3 | 7.33 | 6.83 | 8.35 | -320 | 42 | 0.05 | 6.1 | 29.8 | 29.5 |
| 115 | 27.9 | 25.5 | 14.2 | 57.8 | 49.1 | 2.2 | 101.6 | 53.5 | 33.0 | 67.5 | 412.1 | 520.8 | 470.2 | 42.9 | 57.1 | 37.6 | 7.32 | 6.87 | 8.36 | -316 | 48 | 0.05 | 6.1 | 29.5 | 29.2 |

**ตารางที่ ก-6 โพรไฟล์ของชุดการทดลอง M-ANA30**

| time | Color Intensity | | COD | pH | Alkalinity | VFA | ORP | DO | Temperature |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| (hr.) | SU | ADMI | (mg./l.) | | (mg.$CaCO_3$/l.) | (mg.$CaCO_3$/l.) | (mV) | (mg/l) | ($^0$C) |
| 0.08 | 739.8 | 27219.4 | 653.1 | 7.45 | 432.7 | 49.3 | 83 | 0.80 | 30.5 |
| 0.25 | 735.1 | 27182.8 | 757.0 | 7.11 | 430.5 | 55.1 | -112 | 0.06 | 30.4 |
| 0.50 | 725.0 | 26539.1 | 857.0 | 6.83 | 427.4 | 64.0 | -232 | 0.05 | 30.3 |
| 0.75 | 689.7 | 25018.2 | 485.0 | 6.60 | 415.3 | 78.6 | -272 | 0.05 | 30.3 |
| 1.00 | 659.5 | 23994.6 | 403.1 | 6.54 | 408.7 | 96.0 | -305 | 0.05 | 30.2 |
| 1.50 | 649.6 | 23386.2 | 386.6 | 6.54 | 432.7 | 108.4 | -329 | 0.04 | 30.0 |
| 2.00 | 628.9 | 22742.5 | 369.8 | 6.60 | 470.1 | 113.3 | -346 | 0.04 | 29.9 |
| 3.00 | 595.2 | 21189.3 | 336.5 | 6.71 | 518.2 | 96.0 | -380 | 0.04 | 29.5 |
| 5.00 | 554.9 | 19139.0 | 275.9 | 6.80 | 561.0 | 71.4 | -387 | 0.04 | 26.9 |
| 10.00 | 470.5 | 13375.8 | 261.3 | 6.81 | 550.3 | 59.1 | -394 | 0.04 | 28.5 |
| 18.00 | 370.0 | 8714.4 | 243.2 | 6.88 | 531.6 | 54.2 | -397 | 0.04 | 28.3 |
| 24.00 | | | | | | | -383 | 0.05 | 28.1 |
| 30.00 | 337.0 | 6978.8 | 243.2 | 7.15 | 502.2 | 51.7 | -392 | 0.05 | 27.7 |
| 30.50 | | | | | | | -25 | 2.60 | 27.7 |
| 31.00 | 328.2 | 6753.0 | 231.2 | 7.91 | 491.5 | 49.3 | 17 | 2.60 | 27.7 |
| 31.50 | | | | | | | 24 | 2.60 | 27.7 |
| 32.00 | | | | | | | 30 | 3.28 | 27.7 |
| 33.00 | 314.2 | 6632.5 | 227.1 | 8.28 | 480.8 | 44.3 | 40 | 5.90 | 27.7 |
| 35.00 | 300.6 | 6540.9 | 227.1 | 8.36 | 475.5 | 39.4 | 52 | 6.10 | 27.7 |

**ตารางที่ ก-7 ผลการทดลองของชุดการทดลอง D-ANA10**

| cycle | Inf. | | Ana. | | Aer. | | %Rem. | | MLSS | MLVSS | %MLVSS | SS | SV30 | SVI | COD(mg./l.) | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | SU | ADMI | SU | ADMI | SU | ADMI | SU | ADMI | (mg/l) | (mg/l) | | (mg/l) | (ml./l.) | (ml./g.) | Inf. | Ana. | Aer. | %rem. |
| 1 | | | | | | | | | 4,900 | | | 2252 | 930 | 190 | | | | |
| 4 | 850 | 33,445 | 473 | 13,325 | 431 | 12,666 | 49.3 | 62.1 | 3,850 | 3,400 | 88.3 | 544 | 930 | 242 | 1518 | 215 | 180 | 88.1 |
| 6 | 830 | 33,265 | 427 | 11,955 | 391 | 11,813 | 52.9 | 64.5 | 3,940 | 3,560 | 90.4 | 196 | 900 | 228 | 1577 | 226 | 189 | 88.0 |
| 12 | 879 | 33,960 | 399 | 11,089 | 366 | 10,634 | 58.4 | 68.7 | 3,800 | 3,480 | 91.6 | 84 | 900 | 237 | 1639 | 216 | 179 | 89.1 |
| 18 | 860 | 32,609 | 354 | 7,897 | 320 | 7,561 | 62.8 | 76.8 | 3,670 | 3,410 | 92.9 | 100 | 850 | 232 | 1628 | 238 | 195 | 88.0 |
| 21 | 879 | 33,555 | 316 | 6,908 | 297 | 6,767 | 66.2 | 79.8 | 3,930 | 3,570 | 90.8 | 60 | 800 | 204 | 1589 | 243 | 203 | 87.2 |
| 27 | 835 | 32,344 | 347 | 7,563 | 308 | 6,862 | 63.2 | 78.8 | 3,890 | 3,540 | 91.0 | 60 | 650 | 167 | | | | |
| 30 | 838 | 33,164 | 398 | 9,646 | 367 | 9,095 | 56.2 | 72.6 | 3,860 | 3,550 | 92.0 | 84 | 540 | 140 | 1633 | 270 | 206 | 87.4 |
| 36 | 752 | 28,467 | 467 | 12,021 | 425 | 11,289 | 43.5 | 60.3 | 4,160 | 3,820 | 91.8 | 112 | 500 | 120 | 1633 | 243 | 202 | 87.6 |
| 39 | 829 | 32,067 | 436 | 11,854 | 425 | 11,391 | 48.7 | 64.5 | 4,220 | 3,890 | 92.2 | 100 | 580 | 137 | 1688 | 232 | 212 | 87.4 |
| 45 | 826 | 32,388 | 453 | 11,895 | 431 | 11,732 | 47.9 | 63.8 | 4,200 | 3,890 | 92.6 | 60 | 600 | 143 | 1622 | 232 | 204 | 87.5 |
| 48 | 842 | 32,993 | 427 | 11,045 | 401 | 10,766 | 52.4 | 67.4 | 4,420 | 4,040 | 91.4 | 64 | 600 | 136 | 1613 | 234 | 199 | 87.7 |
| 54 | 879 | 33,997 | 408 | 11,002 | 381 | 10,684 | 56.6 | 68.6 | 4,480 | 4,120 | 92.0 | 52 | 500 | 112 | 1665 | 236 | 189 | 88.6 |
| 57 | 852 | 33,356 | 423 | 10,784 | 373 | 10,050 | 56.3 | 69.9 | 4,690 | 4,340 | 92.5 | 82 | 360 | 77 | 1574 | 230 | 196 | 87.6 |
| 63 | 877 | 33,382 | 374 | 9,756 | 355 | 9,496 | 59.5 | 71.6 | 4,850 | 4,470 | 92.2 | 96 | 250 | 52 | 1652 | 228 | 197 | 88.1 |
| 66 | 851 | 33,499 | 364 | 9,693 | 352 | 9,484 | 58.6 | 71.7 | 4,680 | 4,320 | 92.3 | 102 | 210 | 45 | 1620 | 226 | 193 | 88.1 |

**ตารางที่ ก-7 ผลการทดลองของชุดการทดลอง D-ANA10(ต่อ)**

| cycle | Inf. | | Ana. | | Aer. | | %Rem. | | MLSS | MLVSS | %MLVSS | SS | SV30 | SVI | COD(mg./l.) | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | SU | ADMI | SU | ADMI | SU | ADMI | SU | ADMI | (mg/l) | (mg/l) | | (mg/l) | (ml./l.) | (ml./g.) | Inf. | Ana. | Aer. | %rem. |
| 72 | 900 | 34,405 | 369 | 9,727 | 349 | 9,266 | 61.2 | 73.1 | 4,880 | 4,480 | 91.8 | 104 | 220 | 45 | 1652 | 232 | 199 | 88.0 |
| 75 | 877 | 33,702 | 364 | 9,796 | 351 | 9,398 | 60.0 | 72.1 | 4,710 | 4,340 | 92.1 | 92 | 230 | 49 | 1606 | 228 | 190 | 88.2 |
| 78 | 881 | 33,569 | 371 | 10,234 | 362 | 9,524 | 58.9 | 71.6 | 4,780 | 4,380 | 91.6 | 110 | 230 | 48 | 1620 | 230 | 192 | 88.1 |

ตารางที่ ก-7 ผลการทดลองของชุดการทดลอง D-ANA10(ต่อ)

| Cycle | Phosphorus(mg/l) | | | | | | N-TKN (mg./l.) | | | | Alkalinity(mg/l $CaCO_3$) | | | VFA(mg/l as$CaCO_3$) | | | pH | | | ORP | | DO(mg/l) | | Temperature | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Inf. | ana. | aer. | TP | %P rem | %P content | inf. | ana. | aer. | %rem | inf. | ana. | aer. | inf. | ana. | aer. | inf. | ana. | aer. | ana. | aer. | ana. | aer. | ana. | aer. |
| 4 | 14.3 | 13.0 | 1.1 | | 92.3 | | 88.9 | 45.9 | 26.6 | 70.1 | | | | | | | 7.5 | 7.0 | 8.3 | -313 | 54 | 0.09 | 6.0 | 28.8 | 28.3 |
| 6 | | | | | | | | | | | 411 | 543 | 416 | 44.6 | 54.5 | 34.7 | 7.5 | 7.0 | 8.2 | -334 | 55 | 0.07 | 6.1 | 29.9 | 29.9 |
| 12 | 12.8 | 10.2 | 0.9 | | 93.0 | | 88.2 | 51.1 | 27.7 | 68.7 | | | | | | | 7.5 | 7.1 | 8.4 | -332 | 57 | 0.09 | 6.0 | 28.7 | 29.5 |
| 18 | | | | | | | | | | | | | | | | | 7.5 | 7.1 | 8.4 | | | | | 30.0 | 3.1 |
| 21 | 15.0 | 18.7 | 1.1 | | 92.7 | | 84.7 | 53.9 | 35.0 | 58.7 | 393 | 549 | 426 | 32.2 | 47.0 | 27.2 | 7.5 | 7.1 | 8.4 | -316 | 65 | 0.05 | 6.2 | 29.7 | 30.1 |
| 27 | | | | | | | | | | | | | | | | | 7.5 | 7.0 | 8.3 | -296 | 54 | 0.08 | 6.0 | 30.2 | 29.5 |
| 30 | 14.6 | 20.9 | 3.3 | | 77.4 | | 93.2 | 61.1 | 43.2 | 53.6 | 399 | 554 | 447 | 34.7 | 38.4 | 26.4 | 7.5 | 7.1 | 8.4 | -300 | 62 | 0.06 | 6.2 | 28.9 | 29.4 |
| 36 | | | | | | | | | | | | | | | | | 7.5 | 7.0 | 8.5 | -313 | 60 | 0.08 | 6.0 | 28.6 | 29.0 |
| 39 | 14.9 | 16.6 | 0.3 | | 98.0 | | 88.7 | 39.1 | 25.0 | 71.8 | 359 | 520 | 354 | 29.7 | 37.1 | 27.2 | 7.6 | 7.0 | 8.4 | -315 | 50 | 0.07 | 6.2 | 28.9 | 29.2 |
| 45 | | | | | | | | | | | | | | | | | 7.5 | 7.1 | 8.4 | -299 | 66 | 0.07 | 6.1 | 28.6 | 29.0 |
| 48 | 15.4 | 18.7 | 0.1 | | 99.4 | | 96.2 | 45.5 | 26.1 | 72.9 | 383 | 511 | 386 | 29.7 | 37.1 | 19.8 | 7.5 | 7.0 | 8.3 | -321 | 52 | 0.08 | 5.9 | 29.7 | 30.0 |
| 54 | | | | | | | | | | | | | | | | | 7.6 | 7.2 | 8.1 | -311 | 49 | 0.08 | 5.5 | 29.2 | 30.2 |
| 57 | 13.2 | 21.8 | 1.0 | 89.2 | 92.4 | 2.0 | 94.7 | 61.9 | 28.7 | 69.7 | 402 | 586 | 426 | 22.3 | 44.6 | 24.8 | 7.7 | 7.1 | 8.4 | -308 | 51 | 0.08 | 5.8 | 28.7 | 29.2 |
| 63 | 13.4 | 15.8 | 0.8 | 89.2 | 94.0 | 2.0 | 96.9 | 52.9 | 25.3 | 73.8 | 410 | 535 | 426 | 29.7 | 44.6 | 24.8 | 7.5 | 7.1 | 8.4 | -310 | 60 | 0.08 | 6.0 | 29.0 | 29.1 |
| 66 | 13.8 | 15.0 | 0.7 | 90.6 | 94.9 | 2.1 | 102.9 | 58.1 | 31.7 | 69.2 | 405 | 554 | 415 | 27.2 | 47.0 | 24.8 | 7.6 | 7.1 | 8.4 | -301 | 52 | 0.08 | 6.1 | 27.9 | 28.0 |
| 72 | 13.5 | 16.7 | 0.6 | 93.0 | 95.6 | 2.1 | 99.9 | 55.9 | 26.8 | 73.1 | 407 | 564 | 386 | 29.7 | 49.5 | 24.8 | 7.6 | 7.1 | 8.4 | -312 | 50 | 0.07 | 5.9 | 28.5 | 28.8 |

ตารางที่ ก.-7 ผลการทดลองของชุดการทดลอง D-ANA10(ต่อ)

| Cycle | Phosphorus(mg/l) | | | | | | N-TKN (mg./l.) | | | | Alkalinity(mg/l $CaCO_3$) | | | VFA(mg/l as$CaCO_3$) | | | pH | | | ORP | | DO(mg/l) | | Temperature | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Inf. | ana. | aer. | TP | %P rem | %P content | inf. | ana. | aer. | %rem | inf. | ana. | aer. | inf. | ana. | aer. | inf. | ana. | aer. | ana. | aer. | ana. | aer. | ana. | aer. |
| 75 | 13.9 | 16.9 | 0.9 | 91.2 | 93.5 | 2.1 | 99.2 | 55.5 | 27.6 | 72.2 | 410 | 551 | 395 | 27.2 | 47.0 | 24.8 | 7.5 | 7.2 | 8.4 | -320 | 45 | 0.08 | 5.7 | 29.0 | 29.6 |
| 78 | 14.1 | 17.1 | 0.7 | 91.8 | 95.0 | 2.1 | 98.5 | 54.2 | 26.2 | 73.4 | 405 | 545 | 397 | 27.2 | 49.5 | 24.8 | 7.6 | 7.2 | 8.4 | -312 | 42 | 0.07 | 5.9 | 28.7 | 29.4 |

**ตารางที่ ก-8 โพรไฟล์ของชุดการทดลอง D-ANA10**

| time | Color Intensity | | COD | pH | Alkalinity | VFA | ORP | DO | Temperature |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| (hr.) | SU | ADMI | (mg./l.) | | (mg.$CaCO_3$/l.) | (mg.$CaCO_3$/l.) | (mV) | (mg/l) | ($^0$C) |
| 0.08 | 680 | 23,413 | 466 | 6.9 | 358.8 | 60.0 | -53 | 0.29 | 31.4 |
| 0.25 | 679 | 22,767 | 379 | 6.6 | 366.6 | 88.8 | -221 | 0.10 | 31.4 |
| 0.50 | 651 | 21,329 | 355 | 6.7 | 416.0 | 91.2 | -267 | 0.06 | 31.2 |
| 0.75 | 631 | 20,122 | 317 | 6.8 | 447.2 | 86.4 | -284 | 0.06 | 31.1 |
| 1.00 | 601 | 18,372 | 307 | 6.9 | 478.4 | 76.8 | -302 | 0.05 | 31.0 |
| 1.50 | 589 | 17,750 | 259 | 6.9 | 504.4 | 69.6 | -330 | 0.05 | 30.8 |
| 2.00 | 565 | 16,507 | 240 | 7.0 | 538.2 | 60.0 | -344 | 0.04 | 30.6 |
| 3.00 | 536 | 15,266 | 234 | 7.0 | 569.4 | 52.8 | -356 | 0.04 | 30.2 |
| 5.00 | 463 | 12,541 | 230 | 7.0 | 569.4 | 45.6 | -330 | 0.04 | 29.7 |
| 7.00 | 422 | 10,063 | 230 | 7.0 | 553.8 | 45.6 | -333 | 0.04 | 29.3 |
| 10.00 | 376 | 8,538 | 230 | 7.0 | 543.4 | 45.6 | -345 | 4.00 | 28.6 |
| 10.25 | | | | 7.8 | | | -120 | 1.40 | |
| 10.50 | | | | 7.9 | | | -94 | 1.70 | |
| 11.00 | 358 | 8,381 | 207 | 8.0 | 470.6 | 40.8 | -10 | 2.32 | 28.5 |
| 13.00 | 344 | 8,332 | 192 | 8.3 | 384.8 | 26.4 | 32 | 6.31 | 28.1 |
| 15.00 | 336 | 8,282 | 192 | 8.4 | 379.6 | 26.4 | 45 | 6.30 | 27.7 |

**ตารางที่ ก.-9 ผลการทดลองของชุดการทดลอง D-ANA18**

| cycle | Inf. | | Ana. | | Aer. | | %Rem. | | MLSS | MLVSS | %MLVSS | SS | SV30 | SVI | COD | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | SU | ADMI | SU | ADMI | SU | ADMI | SU | ADMI | (mg/l) | (mg/l) | | (mg/l) | (ml./l.) | (ml./g.) | Inf. | Ana. | Aer. | %rem. |
| 1 | | | | | | | | | 4,500 | | | 808 | 920 | 204 | | | | |
| 3 | 891 | 33,656 | 252 | 5,673 | 216 | 4,844 | 75.8 | 85.6 | 3,730 | 3,300 | 88.5 | 544 | 930 | 249 | 1606 | 215 | 180 | 88.8 |
| 6 | 862 | 34,850 | 288 | 6,006 | 277 | 5,695 | 67.8 | 83.7 | 3,420 | 3,090 | 90.4 | 792 | 940 | 275 | 1680 | 223 | 182 | 89.2 |
| 9 | 859 | 33,401 | 251 | 5,076 | 235 | 4,741 | 72.7 | 85.8 | 3,030 | 2,791 | 90.4 | 344 | 570 | 188 | 1656 | 223 | 186 | 88.8 |
| 12 | 861 | 33,424 | 257 | 5,095 | 227 | 4,273 | 73.6 | 87.2 | 2,950 | 2,741 | 90.4 | 300 | 840 | 285 | 1628 | 262 | 215 | 86.8 |
| 15 | 887 | 34,287 | 237 | 4,543 | 232 | 4,404 | 73.8 | 87.2 | 2,900 | 2,700 | 93.1 | 272 | 550 | 190 | 1589 | 257 | 223 | 86.0 |
| 18 | 847 | 32,255 | | | 240 | 4,542 | 71.7 | 85.9 | 2,850 | 2,670 | 93.7 | 280 | 330 | 116 | | | | |
| 21 | 859 | 33,142 | 291 | 5,695 | 269 | 5,513 | 68.6 | 83.4 | 2,860 | 2,650 | 92.7 | 208 | 550 | 192 | 1650 | 230 | 207 | 87.5 |
| 24 | 949 | 36,018 | 319 | 5,529 | 266 | 5,122 | 72.0 | 85.8 | 3,010 | 2,800 | 93.0 | 184 | 600 | 199 | 1633 | 237 | 220 | 86.5 |
| 27 | 857 | 33,098 | 262 | 5,046 | 239 | 4,529 | 72.1 | 86.3 | 3,240 | 3,040 | 93.8 | 204 | 600 | 185 | 1639 | 228 | 215 | 86.9 |
| 30 | 870 | 34,319 | 249 | 4,752 | 230 | 4,356 | 73.5 | 87.3 | 3,360 | 3,080 | 91.7 | 210 | 800 | 238 | 1606 | 232 | 219 | 86.4 |
| 33 | 867 | 34,030 | 211 | 3,877 | 194 | 3,740 | 77.6 | 89.0 | 3,510 | 3,250 | 92.6 | 209 | 500 | 142 | 1594 | 238 | 216 | 86.4 |
| 36 | 884 | 33,289 | 233 | 4,683 | 204 | 3,924 | 76.9 | 88.2 | 3,420 | 3,140 | 91.8 | 180 | 350 | 102 | 1665 | 236 | 220 | 86.8 |
| 39 | 900 | 33,786 | 201 | 4,267 | 180 | 3,792 | 80.0 | 88.8 | 3,500 | 3,200 | 91.4 | 120 | 250 | 71 | 1613 | 225 | 212 | 86.9 |
| 42 | 894 | 33,958 | 208 | 4,580 | 182 | 3,886 | 79.6 | 88.6 | 3,560 | 3,250 | 91.3 | 130 | 250 | 70 | 1652 | 235 | 197 | 88.1 |
| 45 | 897 | 34,120 | 214 | 4,697 | 180 | 3,718 | 80.0 | 89.1 | 3,650 | 3,340 | 91.5 | 110 | 250 | 68 | 1639 | 240 | 183 | 88.8 |
| 48 | 918 | 34,408 | 211 | 4,588 | 181 | 3,860 | 80.3 | 88.8 | 3,590 | 3,290 | 91.6 | 90 | 250 | 70 | 1613 | 232 | 189 | 88.3 |
| 51 | 911 | 34,990 | 224 | 5,034 | 175 | 3,862 | 80.8 | 89.0 | 3,630 | 3,320 | 91.5 | 100 | 250 | 69 | 1626 | 225 | 186 | 88.6 |

**ตารางที่ ก.-9 ผลการทดลองของชุดการทดลอง D-ANA18(ต่อ)**

| Cycle | Phosphorus(mg/l) | | | | | | N-TKN (mg./l.) | | | | Alkalinity(mg/l $CaCO_3$) | | | VFA(mg/l as$CaCO_3$) | | | pH | | | ORP | | DO(mg/l) | | Temperature($^0$C) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Inf. | ana. | aer. | TP | %P rem | %P content | inf. | ana. | aer. | %rem | inf. | ana. | aer. | inf. | ana. | aer. | inf. | ana. | aer. | ana. | aer. | ana. | aer. | ana. | aer. |
| 4 | 12.3 | 12.8 | 0.2 | | 98.4 | | 95.4 | 48.8 | 33.2 | 65.2 | | | | | | | 7.5 | 7.1 | 8.4 | -345 | 54 | 0.09 | 6.0 | 28.4 | 28.9 |
| 6 | | | | | | | | | | | 424 | 512 | 439 | 39.6 | 49.5 | 32.2 | 7.5 | 7.2 | 8.3 | -339 | 55 | 0.08 | 6.0 | 27.9 | 27.9 |
| 9 | 14.4 | 10.9 | 1.1 | | 92.4 | | 93.9 | 52.9 | 40.6 | 56.7 | | | | | | | 7.5 | 7.3 | 8.6 | -343 | -53 | 0.07 | 6.2 | 28.7 | 29.3 |
| 12 | | | | | | | | | | | | | | | | | 7.5 | 7.3 | 8.6 | | | | | 29.3 | 29.6 |
| 15 | 14.9 | 13.5 | 2.5 | | 83.2 | | 93.9 | 52.6 | 38.0 | 59.5 | 400 | 515 | 434 | 29.7 | 39.6 | 27.2 | 7.6 | 7.1 | 8.6 | -349 | 58 | 0.07 | 6.1 | 29.1 | 29.3 |
| 18 | | | | | | | | | | | | | | | | | 7.5 | 7.2 | 8.5 | -329 | 57 | 0.05 | 6.2 | | 29.8 |
| 21 | 15.0 | 14.2 | 0.4 | | 97.3 | | 93.9 | 47.0 | 37.6 | 59.9 | 397 | 509 | 423 | 29.7 | 43.2 | 24.0 | 7.6 | 7.0 | 8.5 | -316 | 60 | 0.08 | 5.9 | 28.4 | 28.8 |
| 24 | | | | | | | | | | | | | | | | | 7.5 | 7.2 | 8.6 | -333 | 58 | 0.07 | 6.0 | 28.0 | 28.5 |
| 27 | 14.7 | 15.7 | 0.9 | | 93.9 | | 89.5 | 43.2 | 29.8 | 66.7 | 357 | 506 | 391 | 29.7 | 37.1 | 27.2 | 7.6 | 7.2 | 8.2 | -331 | 55 | 0.07 | 5.8 | 27.9 | 28.3 |
| 30 | | | | | | | | | | | | | | | | | 7.6 | 7.2 | 8.5 | -328 | 53 | 0.07 | 6.2 | 28.2 | 28.4 |
| 33 | 16.5 | 14.9 | 1.1 | | 93.3 | | 94.7 | 52.6 | 31.2 | 61.8 | 386 | 519 | 426 | 29.7 | 42.1 | 24.8 | 7.6 | 7.2 | 8.4 | -335 | 59 | 0.07 | 5.7 | 29.6 | 29.7 |
| 36 | | | | | | | | | | | | | | | | | 7.6 | 7.2 | 8.4 | -333 | 55 | 0.07 | 6.0 | 29.1 | 29.3 |
| 39 | 14.4 | 15.5 | 1.0 | 63.2 | 93.1 | 1.94 | 99.9 | 50.7 | 29.1 | 65.3 | 407 | 519 | 453 | 24.8 | 47.0 | 22.3 | 7.6 | 7.2 | 8.5 | -338 | 35 | 0.08 | 6.1 | 28.2 | 28.6 |
| 42 | 14.3 | 16.5 | 0.8 | 63.2 | 94.4 | 1.92 | 96.9 | 49.2 | 30.2 | 63.1 | 413 | 514 | 426 | 29.7 | 49.5 | 27.2 | 7.6 | 7.1 | 8.5 | -330 | 49 | 0.07 | 5.8 | 28.9 | 28.7 |
| 45 | 14.9 | 17.6 | 0.9 | 65.8 | 94.0 | 1.94 | 99.9 | 46.2 | 32.1 | 61.9 | 397 | 530 | 423 | 24.8 | 42.1 | 24.8 | 7.5 | 7.2 | 8.4 | -320 | 45 | 0.07 | 6.1 | 27.8 | 28.3 |
| 48 | 14.2 | 16.9 | 1.0 | 65.1 | 93.0 | 1.95 | 98.4 | 54.0 | 29.6 | 67.0 | 399 | 522 | 434 | 29.7 | 44.6 | 24.8 | 7.6 | 7.2 | 8.4 | -325 | 44 | 0.08 | 6.2 | 27.9 | 28.4 |
| 51 | 14.1 | 16.5 | 0.6 | 63.6 | 95.7 | 1.90 | 102.9 | 53.3 | 29.3 | 67.4 | 410 | 514 | 431 | 27.2 | 47.0 | 27.2 | 7.6 | 7.3 | 8.3 | -329 | 55 | 0.08 | 5.6 | 29.0 | 29.2 |

**ตารางที่ ก.-10 โพรไฟล์ของชุดการทดลอง D-ANA18**

| time | Color Intensity | | COD | pH | Alkalinity | VFA | ORP | DO | Temperature |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| (hr.) | SU | ADMI | (mg./l.) | | (mg.$CaCO_3$/l.) | (mg.$CaCO_3$/l.) | (mV) | (mg/l) | ($^0$C) |
| 0.08 | 628 | 21,080 | 338 | 7.4 | 419.3 | 48.0 | -37 | 0.13 | 31.4 |
| 0.25 | 614 | 20,408 | 404 | 7.2 | 435.4 | 69.6 | -229 | 0.10 | 31.4 |
| 0.50 | 611 | 19,908 | 404 | 6.8 | 435.4 | 100.8 | -275 | 0.08 | 31.3 |
| 0.75 | 597 | 19,068 | 357 | 6.7 | 440.8 | 100.8 | -293 | 0.07 | 31.0 |
| 1.00 | 574 | 18,062 | 345 | 6.8 | 459.6 | 105.6 | -295 | 0.06 | 30.8 |
| 1.50 | 546 | 16,391 | 295 | 6.8 | 489.1 | 88.8 | -328 | 0.06 | 30.7 |
| 2.00 | 515 | 14,995 | 270 | 6.9 | 534.8 | 79.2 | -350 | 0.06 | 30.5 |
| 3.00 | 475 | 12,923 | 241 | 7.0 | 580.5 | 67.2 | -363 | 0.06 | 30.2 |
| 5.00 | 366 | 8,577 | 229 | 7.0 | 585.9 | 57.6 | -369 | 0.06 | 29.9 |
| 7.00 | 315 | 6,502 | 226 | 7.1 | 575.1 | 52.8 | -359 | 0.06 | 29.5 |
| 10.00 | 266 | 5,568 | 226 | 7.2 | 602.0 | 45.6 | -357 | 0.06 | 29.3 |
| 18.00 | 214 | 4,821 | 226 | 7.4 | 545.6 | 45.6 | -360 | 0.06 | 29.1 |
| 18.25 | | | | 7.8 | | | -139 | 2.50 | 29.1 |
| 18.50 | | | | 8.1 | | | -82 | 3.25 | 29.1 |
| 19.00 | | | 211 | 8.2 | 497.2 | 43.2 | -30 | 4.20 | 29.2 |
| 21.00 | 189 | 4,248 | 188 | 8.3 | 430.0 | 31.2 | 35 | 6.10 | 29.3 |
| 23.00 | 177 | 3,849 | 188 | 8.4 | 419.3 | 26.4 | 51 | 6.30 | 29.3 |

**ตารางที่ ก.-11 ผลการทดลองของชุดการทดลอง D-ANA30**

| cycle | Inf. | | Ana. | | Aer. | | %Rem. | | MLSS | MLVSS | %MLVSS | SS | SV30 | SVI | COD(mg/l) | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | SU | ADMI | SU | ADMI | SU | ADMI | SU | ADMI | (mg/l) | (mg/l) | | (mg/l) | (ml./l.) | (ml./g.) | Inf. | Ana. | Aer. | %rem. |
| 1 | | | | | | | | | 3,960 | | | 412 | 920 | 232 | | | | |
| 2 | 839 | 33,020 | 192 | 4,020 | 176 | 3,670 | 79.0 | 88.9 | 3,710 | 3,280 | 88.4 | 316 | 920 | 248 | 1,624 | 229 | 184 | 88.7 |
| 4 | 830 | 33,265 | 206 | 4,191 | 184 | 3,699 | 77.9 | 88.9 | 3,470 | 3,090 | 89.0 | 260 | 920 | 265 | 1,577 | 219 | 175 | 88.9 |
| 6 | 879 | 33,960 | 196 | 4,092 | 184 | 3,774 | 79.1 | 88.9 | 2,940 | 2,700 | 91.8 | 176 | 350 | 119 | 1,639 | 210 | 179 | 89.1 |
| 8 | 860 | 32,609 | 198 | 4,792 | 172 | 4,425 | 80.1 | 86.4 | 2,500 | 2,310 | 92.4 | 176 | 340 | 136 | 1,628 | 255 | 191 | 88.2 |
| 10 | 879 | 33,555 | 166 | 4,099 | 156 | 3,625 | 82.2 | | 2,450 | | | 156 | 250 | 102 | 1,589 | 257 | 206 | 87.0 |
| 12 | 835 | 32,344 | | | 165 | 4,217 | 80.3 | 87.0 | 2,180 | 2,030 | 93.1 | 176 | 230 | 106 | | | | |
| 14 | 838 | 33,164 | 175 | 4,066 | 173 | 3,930 | 79.3 | 88.2 | 2,100 | 1,960 | 93.3 | 208 | 250 | 119 | 1,633 | 257 | 223 | 86.3 |
| 16 | 871 | 34,061 | 215 | 4,918 | 177 | 4,127 | 79.7 | 87.9 | 2,170 | 2,020 | 93.1 | 188 | 200 | 92 | 1,606 | 255 | 202 | 87.4 |
| 18 | 829 | 32,067 | 177 | 4,132 | 165 | 3,812 | 80.1 | 88.1 | 2,240 | 2,090 | 93.3 | 168 | 190 | 85 | 1,688 | 232 | 215 | 87.3 |
| 20 | 827 | 33,236 | 194 | 4,749 | 167 | 4,145 | 79.8 | 87.5 | 2,040 | 1,910 | 93.6 | 152 | 190 | 93 | 1,655 | 225 | 202 | 87.8 |
| 22 | 842 | 32,993 | 168 | 4,089 | 158 | 3,726 | 81.2 | 88.7 | 2,050 | 1,870 | 91.2 | 210 | 190 | 93 | 1,613 | 230 | 196 | 87.9 |
| 24 | 857 | 33,322 | 191 | 4,830 | 158 | 4,061 | 81.6 | 87.8 | 2,120 | 1,930 | 91.0 | 180 | 210 | 99 | 1,645 | 224 | 190 | 88.5 |
| 26 | 852 | 33,356 | 184 | 4,720 | 165 | 4,117 | 80.7 | 87.7 | 2,270 | 2,070 | 91.2 | 160 | 250 | 110 | 1,574 | 229 | 190 | 88.0 |
| 28 | 877 | 33,382 | 187 | 4,935 | 160 | 4,103 | 81.7 | 87.7 | 2,470 | 2,290 | 92.7 | 150 | 200 | 81 | 1,652 | 224 | 201 | 87.9 |
| 30 | 889 | 33,966 | 197 | 4,839 | 170 | 4,202 | 80.8 | 87.6 | 2,340 | 2,140 | 91.5 | 165 | 200 | 85 | 1,678 | 221 | 199 | 88.1 |
| 32 | 894 | 34,235 | 231 | 4,764 | 178 | 4,247 | 80.0 | 87.6 | 2,340 | 2,160 | 92.3 | 175 | 190 | 81 | 1,613 | 212 | 193 | 88.0 |
| 34 | 856 | 32,924 | 211 | 5,085 | 169 | 4,359 | 80.2 | 86.8 | 2,290 | 2,100 | 91.7 | 155 | 180 | 79 | 1,626 | 213 | 182 | 88.8 |

**ตารางที่ ก.-11 ผลการทดลองของชุดการทดลอง D-ANA30(ต่อ)**

| Cycle | Phosphorus(mg/l) | | | | | | N-TKN (mg./l.) | | | | Alkalinity(mg/l $CaCO_3$) | | | VFA(mg/l as$CaCO_3$) | | | pH | | | ORP | | DO(mg/l) | | Temperature($^0$C) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Inf. | ana. | aer. | TP | %P rem | %P content | inf. | ana. | aer. | %rem | inf. | ana. | aer. | inf. | ana. | aer. | inf. | ana. | aer. | ana. | aer. | ana. | aer. | ana. | aer. |
| 2 | 11.1 | 15.3 | 1.7 | | 84.7 | | 94.7 | 49.6 | 33.9 | 64.2 | | | | | | | 7.6 | 7.3 | 8.4 | -369 | 51 | 0.08 | 6.0 | 28.3 | 28.7 |
| 4 | | | | | | | | | | | 411 | 476 | 419 | 44.6 | 54.5 | 29.7 | 7.5 | 7.2 | 8.3 | -345 | 57 | 0.07 | 5.9 | 27.7 | 27.8 |
| 6 | 12.8 | 10.2 | 0.7 | | 94.5 | | 93.9 | 39.1 | 30.2 | 67.9 | | | | | | | 7.5 | 7.4 | 8.6 | -345 | 56 | 0.08 | 6.2 | 28.6 | 29.3 |
| 8 | | | | | | | | | | | | | | | | | 7.5 | 7.3 | 8.5 | | | | | 29.3 | 29.7 |
| 10 | 12.6 | 12.4 | 4.2 | | 66.7 | | 90.2 | 52.9 | 41.4 | 54.1 | 393 | 525 | 460 | 32.2 | 54.5 | 32.2 | 7.5 | 7.2 | 8.5 | -349 | 59 | 0.07 | 6.1 | 28.9 | 29.4 |
| 12 | | | | | | | | | | | | | | | | | 7.6 | | 8.5 | | | | 6.2 | 29.3 | 29.6 |
| 14 | 12.2 | 11.1 | 1.2 | | 90.2 | | 93.2 | 48.8 | 38.8 | 58.4 | 399 | 501 | 442 | 34.7 | 52.8 | 28.8 | 7.5 | 7.2 | 8.5 | -353 | 57 | 0.08 | 6.1 | 28.2 | 28.5 |
| 16 | | | | | | | | | | | | | | | | | 7.5 | 7.2 | 8.7 | -347 | 57 | 0.07 | 5.9 | 27.9 | 28.3 |
| 18 | 14.9 | 11.0 | 1.0 | | 93.3 | | 88.7 | 38.8 | 30.6 | 65.5 | 359 | 463 | 399 | 29.7 | 49.5 | 27.2 | 7.6 | 7.2 | 8.6 | -347 | 61 | 0.07 | 6.0 | 28.0 | 28.5 |
| 20 | | | | | | | | | | | | | | | | | 7.5 | 7.1 | 8.5 | -335 | 55 | 0.08 | 6.3 | 28.0 | 28.2 |
| 22 | 14.2 | 11.4 | 1.0 | | 93.0 | | 96.2 | 41.7 | 31.7 | 67.1 | 383 | 487 | 415 | 29.7 | 56.9 | 19.8 | 7.5 | 7.0 | 8.6 | -338 | 45 | 0.08 | 5.8 | 29.4 | 29.5 |
| 24 | | | | | | | | | | | | | | | | | 7.6 | 7.3 | 8.6 | -340 | 50 | 0.07 | 6.0 | 29.0 | 28.3 |
| 26 | 14.3 | 11.4 | 0.2 | 40.9 | 98.6 | 2.0 | 94.7 | 35.8 | 23.1 | 75.6 | 402 | 503 | 426 | 22.3 | 47.0 | 24.8 | 7.7 | 7.1 | 8.6 | -348 | 48 | 0.08 | 6.3 | 28.1 | 28.6 |
| 28 | 13.8 | 12.1 | 0.8 | 43.5 | 94.2 | 1.9 | 96.9 | 35.0 | 27.6 | 71.5 | 407 | 498 | 431 | 27.2 | 42.1 | 27.2 | 7.6 | 7.3 | 8.5 | -352 | 52 | 0.07 | 5.9 | 28.8 | 28.9 |
| 30 | 14.0 | 11.5 | 0.7 | 41.2 | 95.0 | 1.9 | 98.4 | 42.5 | 29.8 | 69.7 | 410 | 503 | 421 | 24.8 | 44.6 | 24.8 | 7.6 | 7.2 | 8.5 | -345 | 55 | 0.07 | 5.9 | 27.7 | 28.3 |
| 32 | 14.2 | 12.8 | 0.9 | 44.2 | 93.7 | 2.0 | 102.9 | 44.0 | 28.7 | 72.1 | 405 | 493 | 429 | 29.7 | 39.6 | 24.8 | 7.5 | 7.4 | 8.5 | -339 | 60 | 0.08 | 5.9 | 27.7 | 28.4 |
| 34 | 14.5 | 13.2 | 0.8 | 42.6 | 94.5 | 2.0 | 102.9 | 49.2 | 32.1 | 68.8 | 401 | 501 | 426 | 27.2 | 47.0 | 27.2 | 7.6 | 7.4 | 8.5 | -345 | 51 | 0.08 | 5.8 | 28.8 | 29.1 |

**ตารางที่ ก.-12 โพรไฟล์ของชุดการทดลอง D-ANA30**

| time | Color Intensity | | COD | pH | Alkalinity | VFA | ORP | DO | Temperature |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| (hr.) | SU | ADMI | (mg./l.) | | (mg.$CaCO_3$/l.) | (mg.$CaCO_3$/l.) | (mV) | (mg/l) | ($^0$C) |
| 0.08 | 646 | 21,870 | 457 | 7.3 | 421.9 | 36.0 | -4 | 0.14 | 32.7 |
| 0.25 | 643 | 21,835 | 543 | 7.1 | 432.7 | 55.2 | -205 | 0.08 | 32.6 |
| 0.50 | 634 | 21,196 | 495 | 6.9 | 432.7 | 76.8 | -269 | 0.06 | 32.6 |
| 0.75 | 617 | 20,547 | 429 | 6.7 | 432.7 | 91.2 | -280 | 0.06 | 32.5 |
| 1.00 | 603 | 19,838 | 410 | 6.8 | 456.9 | 93.6 | -289 | 0.05 | 32.4 |
| 1.50 | 575 | 18,355 | 387 | 6.8 | 483.8 | 105.6 | -310 | 0.05 | 32.3 |
| 2.00 | 555 | 17,359 | 356 | 6.9 | 499.9 | 103.2 | -334 | 0.05 | 32.2 |
| 3.00 | 513 | 15,321 | 305 | 6.9 | 537.5 | 86.4 | -357 | 0.05 | 32.0 |
| 5.00 | 409 | 10,067 | 267 | 7.1 | 575.1 | 55.2 | -372 | 0.05 | 31.4 |
| 10.00 | 245 | 5,259 | 232 | 7.2 | 591.3 | 45.6 | -391 | 0.05 | 30.7 |
| 15.00 | 215 | 5,319 | 232 | 7.3 | 569.8 | 45.6 | -373 | 0.05 | 30.6 |
| 20.00 | 201 | 5,187 | 232 | 7.4 | 556.3 | 45.6 | -370 | 0.05 | 30.5 |
| 26.00 | 189 | 5,406 | 232 | 7.4 | 545.6 | 45.6 | -400 | 0.05 | 30.8 |
| 30.00 | 175 | 5,466 | 232 | 7.4 | 537.5 | 45.6 | -421 | 0.05 | 30.1 |
| 30.25 | | | | 8.3 | | | -138 | 4.00 | 30.1 |
| 30.50 | | | | 8.3 | | | -106 | 4.60 | 30.1 |
| 30.75 | | | | 8.4 | | | -91 | 4.70 | 30.1 |
| 31.00 | 170 | 5,078 | 225 | 8.4 | 513.3 | 31.2 | -15 | 4.80 | 30.1 |
| 33.00 | 172 | 5,083 | 206 | 8.5 | 483.8 | 26.4 | 38 | 6.00 | 30.0 |
| 35.00 | 163 | 4,807 | 183 | 8.5 | 462.3 | 24.0 | 52 | 6.00 | 29.9 |

**ตารางที่ ก.-13**ผลการทดลองของชุดการทดลองแบบแบตช์ที่ใช้สีโมโนอะโซที่มีความเข้มสีของน้ำเข้า50 มก./ล.

| time(ชั่วโมง) | COD(มก./ล.) | pH | ความเข้มสีหน่วย SU | ความเข้มสีหน่วย ADMI |
|---|---|---|---|---|
| 0.08 | 310 | 7.0 | 174.9 | 5,092 |
| 0.25 | 498 | 6.8 | 170.1 | 4,961 |
| 0.50 | 266 | 6.6 | 164.7 | 4,639 |
| 0.75 | 252 | 6.6 | 162.6 | 4,447 |
| 1.00 | 219 | 6.7 | 160.9 | 4,322 |
| 1.50 | 168 | 6.9 | 154.1 | 3,986 |
| 2.00 | 135 | 6.9 | 150.2 | 3,767 |
| 3.00 | 129 | 6.9 | 134.5 | 3,216 |
| 5.00 | 128 | 6.9 | 120.6 | 2,525 |
| 10.00 | 128 | 7.0 | 99.6 | 1,769 |
| 14.00 | 128 | 7.0 | 93.0 | 1,660 |
| 18.00 | 128 | 7.0 | 88.7 | 1,619 |

**ตารางที่ ก.-14** ผลการทดลองของชุดการทดลองแบบแบตช์ที่ใช้สีโมโนอะโซที่มีความเข้มสีของน้ำเข้า 200 มก.

| time(ชั่วโมง) | COD(มก./ล.) | pH | ความเข้มสีหน่วย SU | ความเข้มสีหน่วย ADMI |
|---|---|---|---|---|
| 0.08 | 558 | 7.0 | 415 | 14,753 |
| 0.25 | 501 | 6.7 | 402 | 14,345 |
| 0.50 | 303 | 6.6 | 378 | 13,358 |
| 0.75 | 287 | 6.6 | 361 | 12,635 |
| 1.00 | 250 | 6.7 | 350 | 12,308 |
| 1.50 | 223 | 6.9 | 344 | 11,838 |
| 2.00 | 212 | 6.9 | 330 | 11,367 |
| 3.00 | 198 | 6.9 | 301 | 10,112 |
| 5.00 | 192 | 6.9 | 258 | 8,147 |
| 10.00 | 188 | 6.9 | 199 | 4,784 |
| 14.00 | 188 | 7.0 | 178 | 3,735 |
| 18.00 | 188 | 7.0 | 162 | 3,114 |

**ตาราง ก.-15** ผลการทดลองของชุดการทดลองแบบแบตช์ที่ใช้สีโมโนอะโซที่มีความเข้มสีของน้ำเข้า 400 มก./ล.

| time(ชั่วโมง) | COD(มก./ล.) | pH | ความเข้มสีหน่วย SU | ความเข้มสีหน่วย ADMI |
|---|---|---|---|---|
| 0.08 | 479 | 7.1 | 758 | 28,104 |
| 0.25 | 575 | 6.8 | 753 | 27,748 |
| 0.50 | 367 | 6.5 | 707 | 26,233 |
| 0.75 | 353 | 6.6 | 680 | 25,500 |
| 1.00 | 328 | 6.7 | 670 | 24,417 |
| 1.50 | 281 | 6.9 | 642 | 23,321 |
| 2.00 | 272 | 6.9 | 624 | 22,662 |
| 3.00 | 264 | 7.0 | 575 | 20,427 |
| 5.00 | 256 | 7.0 | 505 | 16,605 |
| 10.00 | 255 | 7.0 | 400 | 10,391 |
| 14.00 | 255 | 7.0 | 334 | 7,579 |
| 18.00 | 255 | 7.0 | 298 | 6,147 |

**ตาราง ก.-16** ผลการทดลองของชุดการทดลองแบบแบตช์ที่ใช้สีโมโนอะโซที่มีความเข้มสีของน้ำเข้า 600 มก./ล.

| time(ชั่วโมง) | COD(มก./ล.) | pH | ความเข้มสีหน่วย SU | ความเข้มสีหน่วย ADMI |
|---|---|---|---|---|
| 0.08 | 716 | 7.1 | 1,045 | 40,789 |
| 0.25 | 735 | 6.7 | 1,036 | 40,579 |
| 0.50 | 477 | 6.5 | 991 | 39,173 |
| 0.75 | 445 | 6.6 | 935 | 36,858 |
| 1.00 | 406 | 6.7 | 904 | 35,494 |
| 1.50 | 355 | 6.8 | 888 | 33,956 |
| 2.00 | 342 | 6.8 | 865 | 32,820 |
| 3.00 | 329 | 6.9 | 843 | 31,069 |
| 5.00 | 325 | 6.9 | 712 | 26,286 |
| 10.00 | 321 | 6.9 | 588 | 18,428 |
| 14.00 | 317 | 6.9 | 515 | 14,322 |
| 18.00 | 317 | 6.9 | 480 | 11,642 |

**ตาราง ก.-17** ผลการทดลองของชุดการทดลองแบบแบตช์ที่ใช้สีไดอะโซที่มีความเข้มสีของน้ำเข้า 50 มก./ล.

| time(ชั่วโมง) | COD(มก./ล.) | pH | ความเข้มสีหน่วย SU | ความเข้มสีหน่วยADMI |
|---|---|---|---|---|
| 0.08 | 170 | 7.4 | 112 | 2,805 |
| 0.25 | 227 | 7.3 | 109 | 2,773 |
| 0.50 | 233 | 7.0 | 107 | 2,720 |
| 0.75 | 212 | 6.9 | 106 | 2,677 |
| 1.00 | 193 | 6.9 | 106 | 2,620 |
| 2.00 | 132 | 7.0 | 103 | 2,424 |
| 3.00 | 129 | 7.2 | 96 | 2,268 |
| 5.00 | 117 | 7.2 | 86 | 1,910 |
| 7.00 | 113 | 7.3 | 79 | 1,800 |
| 10.00 | 113 | 7.4 | 71 | 1,611 |
| 14.00 | 113 | 7.5 | 65 | 1,379 |
| 18.00 | 113 | 7.6 | 60 | 1,155 |

**ตาราง ก.-18** ผลการทดลองของชุดการทดลองแบบแบตช์ที่ใช้สีไดอะโซที่มีความเข้มสีของน้ำเข้า 200 มก./ล.

| time(ชั่วโมง) | COD(มก./ล.) | pH | ความเข้มสีหน่วย SU | ความเข้มสีหน่วยADMI |
|---|---|---|---|---|
| 0.08 | 220 | 7.4 | 335 | 10,111 |
| 0.25 | 290 | 7.3 | 331 | 9,454 |
| 0.50 | 346 | 7.0 | 328 | 9,144 |
| 0.75 | 287 | 6.9 | 326 | 8,954 |
| 1.00 | 200 | 6.9 | 321 | 8,852 |
| 2.00 | 197 | 7.0 | 295 | 7,644 |
| 3.00 | 166 | 7.1 | 274 | 6,672 |
| 5.00 | 163 | 7.2 | 227 | 4,973 |
| 7.00 | 159 | 7.2 | 191 | 3,954 |
| 10.00 | 159 | 7.4 | 175 | 3,663 |
| 18.00 | 159 | 7.5 | 150 | 3,030 |

**ตาราง ก.-19** ผลการทดลองของชุดการทดลองแบบแบตช์ที่ใช้สีไดอะโซที่มีความเข้มสีของน้ำเข้า 400 มก./ล.

| time(ชั่วโมง) | COD(มก./ล.) | pH | ความเข้มสีหน่วย SU | ความเข้มสีหน่วยADMI |
|---|---|---|---|---|
| 0.08 | 281 | 7.3 | 621 | 19,925 |
| 0.25 | 374 | 7.2 | 579 | 18,594 |
| 0.50 | 356 | 6.8 | 572 | 18,304 |
| 0.75 | 344 | 6.8 | 536 | 16,214 |
| 1.00 | 319 | 6.8 | 536 | 15,569 |
| 2.00 | 256 | 7.0 | 496 | 14,049 |
| 3.00 | 236 | 7.1 | 446 | 11,709 |
| 5.00 | 233 | 7.1 | 363 | 7,837 |
| 7.00 | 229 | 7.2 | 301 | 5,970 |
| 10.00 | 229 | 7.2 | 262 | 5,151 |
| 14.00 | 229 | 7.4 | 232 | 4,569 |
| 18.00 | 229 | 7.4 | 213 | 4,023 |

**ตาราง ก.-20** ผลการทดลองของชุดการทดลองแบบแบตช์ที่ใช้สีไดอะโซที่มีความเข้มสีของน้ำเข้า 600 มก./ล.

| time(ชั่วโมง) | COD(มก./ล.) | pH | ความเข้มสีหน่วย SU | ความเข้มสีหน่วยADMI |
|---|---|---|---|---|
| 0.08 | 384 | 7.4 | 929 | 34,188 |
| 0.25 | 459 | 7.3 | 909 | 33,622 |
| 0.50 | 478 | 6.9 | 879 | 32,043 |
| 0.75 | 425 | 6.8 | 875 | 30,936 |
| 1.00 | 419 | 6.9 | 846 | 30,021 |
| 2.00 | 338 | 7.0 | 750 | 23,558 |
| 3.00 | 325 | 7.1 | 694 | 20,106 |
| 5.00 | 315 | 7.1 | 569 | 14,845 |
| 7.00 | 308 | 7.2 | 484 | 11,659 |
| 10.00 | 308 | 7.2 | 406 | 9,102 |
| 14.00 | 308 | 7.2 | 363 | 7,719 |
| 18.00 | 308 | 7.31 | 279 | 5,939 |

# ภาคผนวก ข

## การคำนวณปริมาณสารอาหารที่ใช้ในการเตรียมน้ำเสียสังเคราะห์

น้ำเสียสีสังเคราะห์มีปริมาณซีโอดีจากแป้งมันเท่ากับ 1,400 มก./ล.ซีโอดี และความเข้มข้นของสีย้อมเท่ากับ 400 มก./ล.

1. ปริมาณแป้งมันซึ่งต้องการซีโอดีเท่ากับ 1,400 มก./ล.

จากการวิเคราะห์ค่าซีโอดีของแป้งมันในห้องปฏิบัติการพบว่า

ความเข้มข้นแป้งมัน 1 มก./ล. ให้ค่าซีโอดี = 0.97 มก./ล.ซีโอดี

ต้องการซีโอดี 1400 มก./ล. ต้องใช้แป้งมัน =1400/0.97 = 1,443 มก./ล.

2. ปริมาณไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในช่วงเริ่มต้นระบบ

คำนวณจากอัตราส่วนน้ำหนัก ซีโอดี:ไนโตรเจน:ฟอสฟอรัส ไม่น้อยกว่า 100:5:1 เมื่อซีโอดีเท่ากับ 1400 มก./ล. ต้องการไนโตรเจน 70 มก./ล. ฟอสฟอรัส 14 มก./ล.

เนื่องจากใช้ Nutrient Broth 25 มก./ล.(เพื่อเพิ่มธาตุอาหารที่จำเป็นแก่จุลชีพ) ซึ่งให้ไนโตรเจน 3.2 มก./ล.(จากการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ) ดังนั้นต้องการไนโตรเจนจากยูเรียเท่ากับ 70 -3.2 = 66.8 มก./ล.

2.1 ปริมาณไนโตรเจน 66.8 มก./ล. ใช้ในรูปยูเรีย $(NH_2)_2CO$ ซึ่งมีมวลโมเลกุล 60

ต้องการไนโตรเจน 28 กรัม ต้องใช้ยูเรีย 60 กรัม

ต้องการไนโตรเจน 66.8 มก./ล. ต้องใช้ยูเรีย $(60\times66.8)/28 = 143.1$ มก./ล.

2.2 ปริมาณฟอสฟอรัส 14 มก./ล. ใช้ในรูป $KH_2PO_4$ ซึ่งมีมวลโมเลกุล 136.1

ต้องการฟอสฟอรัส 31 กรัม ต้องใช้ $KH_2PO_4$ 136.1 กรัม

ต้องการฟอสฟอรัส 14 มก./ล. ต้องใช้ $KH_2PO_4$ $(136.1\times14)/31 = 61.5$ มก./ล.

3. ปริมาณไนโตรเจนและฟอสฟอรัสที่คำนวณจากสลัดจ์ส่วนเกิน

สูตรโมเลกุลของเซลล์แบกทีเรียที่ใช้กันทั่วไป คือ $C_5H_7O_2N$ พบว่าปริมาณไนโตรเจนที่เป็นส่วนประกอบของเซลเล์แห้งท่ากับร้อยละ 12 โดยน้ำหนักแห้งของมวลจุลชีพ ส่วนสัดส่วนของฟอสฟอรัสที่เป็นส่วนประกอบของเซลล์สามารถวิเคราะห์จากห้องปฏิบัติการได้ดังนี้

%ฟอสฟอรัสในเซลล์แห้ง = (TP – P)/MLVSS

TP = ค่าฟอสฟอรัสทั้งหมดในสลัดจ์ (มก./ล.)

P = ฟอสฟอรัสละลาย(นำสลัดจ์ไปกรองด้วยกระดาษกรอง 0.45 ไมครอน) และนำ

น้ำที่ผ่านการกรองไปวิเคราะห์หาปริมาณฟอสฟอรัส(มก./ล.)

เมื่อมีการระบายสลัดจ์ส่วนเกินเท่ากับ Y ลิตร/วัน และมีค่าเอ็มแอลวีเอสเอสเท่ากับ X มก./ล.

| | | |
|---|---|---|
| ต้องใช้ไนโตรเจนเท่ากับ | (X)xYx0.12 | มก./วัน |
| ต้องการฟอสฟอรัสเท่ากับ | (X)xYx(%Pในเซลล์แห้ง) | มก./วัน |

ยกตัวอย่างในชุดการทดลอง D-ANA18 ซึ่งมีเวลาวัฏจักรเท่ากับ 24 ชั่วโมง โดยมีเวลากักแอนแอโรบิก+แอโรบิก+ตกตะกอน เท่ากับ 18+5+1 ชั่วโมง และในขณะเข้าสู่สถานะคงตัว ซึ่งมีปริมาณเอ็มแอลวีเอสเอสเท่ากับ 3,280 มก./ล. และมีการทิ้งสลัดจ์เท่ากับ 1.47 ลิตร/วัน และมีสัดส่วนฟอสฟอรัสในเซลล์เท่ากับ 1.93%

| | |
|---|---|
| ความต้องการไนโตรเจนเท่ากับ | = 3,280x1.47x0.12 |
| | = 579 มก./วัน |
| | = 72 มก./ล.(มีน้ำเข้าระบบ 8 ลิตร/วัน) |
| ความต้องการฟอสฟอรัสเท่ากับ | = 3,280*1.47*0.0193 |
| | = 93 มก./วัน |
| | = 11.6 มก./ล.(มีน้ำเข้าระบบ 8 ลิตร/วัน) |

4. ปริมาณแคลเซียม แมกนีเซียมและเหล็ก

คำนวณจากอัตราส่วนน้ำหนัก บีโอดี:แคลเซียม:แมกนีเซียม:เหล็ก ไม่น้อยกว่า 100:0.5:0.5:0.2

เมื่อซีโอดีเท่ากับ 1400 มก./ล. ต้องการ แคลเซียม แมกนีเซียมและเหล็ก เท่ากับ 7, 7 และ 2.8 มก./ล.

4.1 แคลเซียม 7 มก./ล. ใช้ในรูป $CaCl_2$ ซึ่งมีมวลโมเลกุลเท่ากับ 111

แคลเซียม 40 กรัม ใช้ $CaCl_2$ = 111 กรัม

แคลเซียม 7 มก./ล. ใช้ $CaCl_2$ = (111x7)/40 = 19.4 มก./ล.

4.2. แมกนีเซียม 7 มก./ล. ใช้ในรูป $MgSO_4.7H_2O$ ซึ่งมีมวลโมเลกุลเท่ากับ 246

แมกนีเซียม 24.3 กรัม ใช้ $MgSO_4.7H_2O$ = 246 กรัม

แมกนีเซียม 7 มก./ล. ใช้ $MgSO_4.7H_2O$ = (246x7)/24.3 = 71 มก./ล.

4.3 เหล็ก 2.8 มก./ล.ใช้ในรูป $FeCl_3$ ซึ่งมีมวลโมเลกุลเท่ากับ 162.5

เหล็ก 56 กรัม ใช้ $FeCl_3$ = 162.5 กรัม

เหล็ก 2.8 มก./ล. ใช้ $FeCl_3$ = (162.5 ×2.8)/56 = 8 มก./ล.

5. ปริมาณสภาพด่างที่ต้องการเท่ากับ 400 มก./ล.$CaCO_3$(จาก $NaHCO_3$)

สภาพด่าง 400 มก./ล.$CaCO_3$ = (400x61)/50 = 488 มก./ล.$HCO_3$

สภาพด่าง 61 ก. $HCO_3$ ต้องใช้ $NaHCO_3$ = 84 ก.

สภาพด่าง 488 มก./ล. $HCO_3$ต้องใช้ $NaHCO_3$ = (84x488)/61 = 672 มก./ล.

# ภาคผนวก ค.

## การคำนวณสมดุลคาร์บอเนตในระบบเปิด

สมการเคมีที่เกี่ยวข้องเมื่อก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ละลายน้ำ(25 องศาเซลเซียส) คือ

- $CO_{2(g)} \longleftrightarrow CO_{2(aq)}$ ; $K_H = 10^{-1.5}$ สมการที่ ค-1

$K_H$ คือค่าคงที่ของเฮนรีของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ละลายน้ำ

- $CO_{2(aq)} + H_2O \longleftrightarrow H_2CO_3$ ; $K = 10^{-2.8} = 1.6*10^{-3}$ สมการที่ ค-2
- $H_2CO_3 \longleftrightarrow H^+ + HCO_3^-$ ; $K = 10^{-3.5}$ สมการที่ ค-3
- $HCO_3^- \longleftrightarrow H^+ + CO_3^{-2}$ ; $K_{a,2} = 10^{-10.3}$ สมการที่ ค-4

จากสมการที่ ค-2 จะได้ว่า $1.6*10^{-3} = [H_2CO_3]/[CO_{2(aq)}]$ พบว่าที่จุดสมดุลมีความเข้มข้น $[H_2CO_3]$ เพียง 0.16% ของ $[CO_{2(aq)}]$ ดังนั้นสามารถเขียนสมการเคมีใหม่ได้ว่า(รวมสมการที่ ค-2 และ ค-3

- $H_2CO_3^* \longleftrightarrow H^+ + HCO_3^-$ ; $K_{a,1} = 10^{-6.3}$ สมการที่ ค-5

$[H_2CO_3^*]$ คือ $[CO_{2(aq)}] + [H_2CO_3]$

จากสมการที่ ค-5 จะได้ว่า

$K_{a,1} = [HCO_3^-]*[H^+]/[H_2CO_3^*]$

$[HCO_3^-] = K_{a,1}*[H_2CO_3^*]/[H^+]$ สมการที่ ค-6

จาก สมการที่ ค-4 จะได้ว่า

$K_{a,2} = [CO_3^{-2}]*[H^+]/[HCO_3^-]$

$[CO_3^{-2}] = K_{a,2}*[HCO_3^-]/[H^+]$ สมการที่ ค-7

สมมติว่าความดันพาร์เชียลของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เท่ากับ $10^{-3.5}$ atm สามารถคำนวณปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์โดยกฎของเฮนรีได้ดังนี้

$[CO_{2(aq)}]$ $= [H_2CO_3^*]$ $= K_H P_{CO2}$

$= 10^{-1.5} * 10^{3.5}$ $= 10^{-5}$ M

เมื่อค่าพีเอชในระบบเท่ากับ 7.0 ซึ่งจะมีความเข้มข้นของ $[H^+] = 10^{-7}$ M และนำไปแทนในสมการที่ ค-6 เพื่อหาความเข้มข้นของ $[HCO_3]$ ได้ดังนี้

$[HCO_3]$ $= 10^{-6.3} * 10^{-5} / 10^{-7}$

$= 10^{-4.3}$ M

นำความเข้มข้นของ$[HCO_3]$ ที่ได้จากการคำนวณข้างต้นไปแทนในสมการที่ ค-7 เพื่อหาความเข้มข้นของ $[CO_3^{-2}]$ ได้ดังนี้

$[CO_3^{-2}]$ $= 10^{-10.3} * 10^{-4.3} / 10^{-7}$

$= 10^{-7.6}$ M

เมื่อก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ $10^{-5}$ M ละลายน้ำ(อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส) ที่ค่าพีเอชเท่ากับ 7 ทำให้กรดคาร์บอนิกแตกตัวให้ $[HCO_3^-]$ เท่ากับ $10^{-4.3}$ M ; $[CO_3^{-2}]$ เท่ากับ $10^{-7.6}$ M ในขณะที่ $[H^+]$ เพิ่มขึ้นเท่ากับ $10^{-7}$ หรือกล่าวได้ว่าที่พีเอชเท่ากับ 7 กรดคาร์บอนิกจะแตกตัวให้ $[HCO_3]$ เป็นส่วนใหญ่

# ภาคผนวก ง.

## การคำนวณหาปริมาณสลัดจ์ส่วนเกิน($V_{exess}$)

ในชุดการทดลองที่ใช้สีย้อมไดอะโซ(D-ANA10, D-ANA18 และ D-ANA30) กำหนดให้ระบบมีอายุสลัดจ์ เท่ากับ 7.2 วัน ซึ่งทุกชุดการทดลองมีค่าเอสเอสมีค่าสูง ดังนั้นจึงมีความจำเป็นต้องนำค่าเอสเอสในน้ำทิ้งมาคิดคำนวณหาสลัดจ์ส่วนเกินจากระบบด้วย (ระบายสลัดจ์ส่วนเกินในช่วงปลายแอโรบิก)สามารถคำนวณได้ดังนี้

อายุสลัดจ์,$\theta_c$(วัน) = (ปริมาณสลัดจ์ทั้งหมดในระบบ)/(ปริมาณสลัดจ์ที่ทิ้งต่อวัน)

$= (MLSS*V_{work\ volume})/(MLSS*V_{exess} + SS*V_{eff})$

$MLSS*V_{work\ volume} = (V_{exess}*MLSS*\theta_c + SS*V_{eff}*\theta_c)$ สมการ ง-1

เนื่องจากระบบมีปริมาตรทำงาน ($V_{work\ volume}$ ) 12 ลิตร และมีน้ำค้างถัง ($V_0$) 4 ลิตร ดังนั้นปริมาตรของน้ำออก($V_{eff}$) เท่ากับ

$(V_{eff}) = V_{work\ volume} - V_0 - V_{exess}$

$= 12 - 4 - V_{exess}$

$= 8 - V_{exess}$ ลิตรต่อวัน สมการ ง-2

นำสมการ สมการ ง-2 แทน สมการ ง-1 ได้ดังนี้

$MLSS*V_{work\ volume} = (V_{exess}*MLSS*\theta_c) + SS*(8 - V_{exess})*\theta_c$

$= V_{exess}*MLSS*\theta_c + 8*SS*\theta_c - V_{exess}*SS*\theta_c$

$= (MLSS - SS)*\theta_c*V_{exess} + 8*SS*\theta_c$

$V_{exess} = [(MLSS*12) - (8*SS*\theta_c)]/[(MLSS - SS)*\theta_c]$ สมการ ง-3

<u>ยกตัวอย่างการหาปริมาณสลัดจ์ส่วนเกินของชุดการทดลอง D-ANA18</u>

วัฏจักรที่ 48 มีข้อมูลดังนี้

- ระบบมีปริมาตรทำงาน 12 ลิตร
- ควบคุมอายุสลัดจ์ 7.2 วัน
- MLSS = 3,590 มก./ล. , SS = 90 มก./ล.

จากสมการ ง-3 ได้ดังนี้

$V_{exess}$ $= [(MLSS*12) - (8*SS*\theta_c)]/ [(MLSS - SS)*\theta_c]$

$= [(3,590*12) - (8*90*7.2)] /[(3,590 - 90)*7.2)$

$= 1.5$ ลิตร/วัน

เพราะฉะนั้นในวัฏจักรต่อไปควรทิ้งสลัดจ์ส่วนเกินที่ปลายสภาวะแอโรบิกเท่ากับ 1.5 ลิตร แม้ว่าการคำนวณการทิ้งปริมาณสลัดจ์ด้วยวิธีนี้อาจจะไม่ถูกนัก เพราะข้อมูลเอ็มแอลเอสเอส และเอสเอสที่นำมาคำนวณเป็นของวัฏจักรก่อนหน้าวัฏจักรที่มีการทิ้งสลัดจ์ส่วนเกิน แต่ก็ถือว่าให้ค่าที่ใกล้เคียง ถ้าเราทำการเก็บตัวอย่างและวิเคราะห์ค่าเอ็มแอลเอสเอสและเอสเอสบ่อยๆ หรือระบบเข้าสู่สถานะคงตัว

# ภาคผนวก จ.

## ปริมาณบีโอดีเข้า(BOD load)ของแต่ละชุดการทดลอง

ปริมาณบีโอดีเข้า(กก./วัน) = (ซีโอดีของน้ำเข้า,มก/ล.)x(บีโอดี/ซีโอดี)x(ปริมาตรน้ำเข้า, ลิตร/วัน)/$10^6$

จากการวิเคราะห์ค่าอัตราส่วนบีโอดีต่อซีโอดีของน้ำเข้าทุกชุดการลองจะมีค่าใกล้เคียงกัน คือ เท่ากับ 0.85 และแต่ละชุดการทดลองเติมน้ำวัฏจักรละ 8 ลิตร

- ชุดการทดลองที่มีเวลาวัฏจักรละ 16 ชั่วโมง(M-ANA10 และ D-ANA10) จะมีน้ำเข้าวันละ 12 ลิตร
- ชุดการทดลองที่มีเวลาวัฏจักรละ 24 ชั่วโมง(M-ANA18 และ D-ANA18) จะมีน้ำเข้าวันละ 8 ลิตร
- ชุดการทดลองที่มีเวลาวัฏจักรละ 36 ชั่วโมง(M-ANA30 และ D-ANA30) จะมีน้ำเข้าวันละ 8 ลิตร

นำค่าซีโอดีที่ได้จากการวิเคราะห์ในช่วงระบบเข้าสู่สถานะคงตัวมาคำนวณดังสมการข้างต้น ซึ่งค่าปริมาณบีโอดีเข้าแสดงดังตารางข้างล่าง

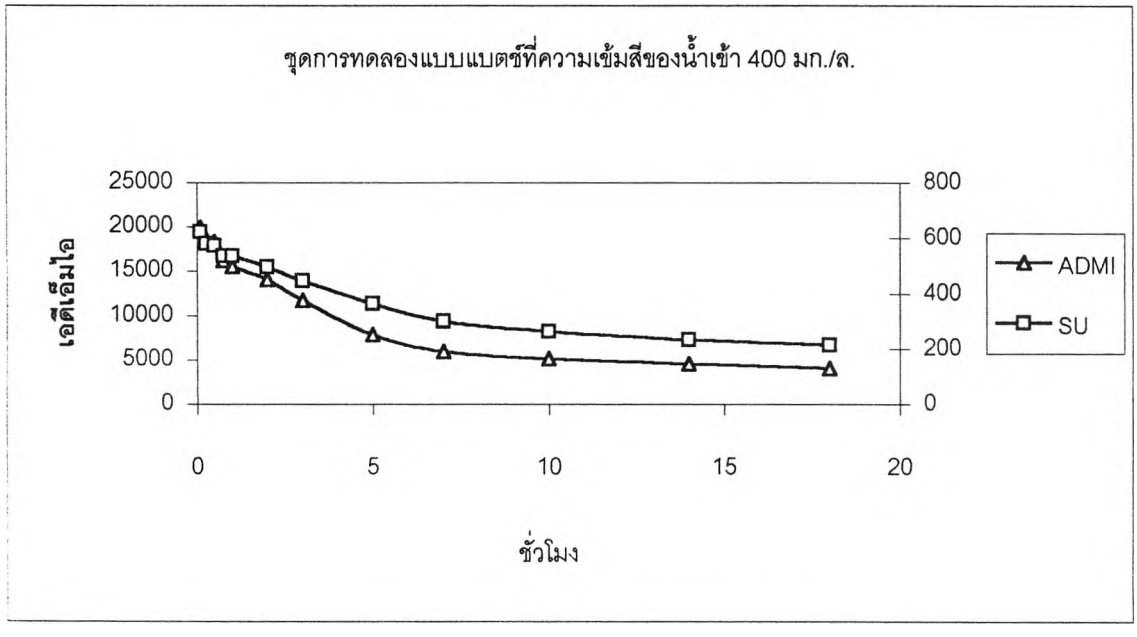
| ชุดการทดลอง | น้ำเข้า | บีโอดี/ซีโอดี | ปรมาณบีโอดี(กก.บีโอดี/วัน) |
|---|---|---|---|
| M-ANA10 | 1,658 | 0.85 | 0.017 |
| M-ANA18 | 1,678 | 0.85 | 0.011 |
| M-ANA30 | 1,675 | 0.85 | 0.008 |
| D-ANA10 | 1,630 | 0.85 | 0.017 |
| D-ANA18 | 1,629 | 0.85 | 0.011 |
| D-ANA30 | 1,629 | 0.85 | 0.007 |

จากตารางข้างต้นพบว่าเมื่อระบบมีเวลาวัฏจักรเพิ่มขึ้น ทำให้มีค่าปริมาณบีโอดีเข้าลดลง

# ภาคผนวก ฉ.

## วิธีการหาอัตราการลดสี(DR)และอัตราการลดสีจำเพาะ(SDR)

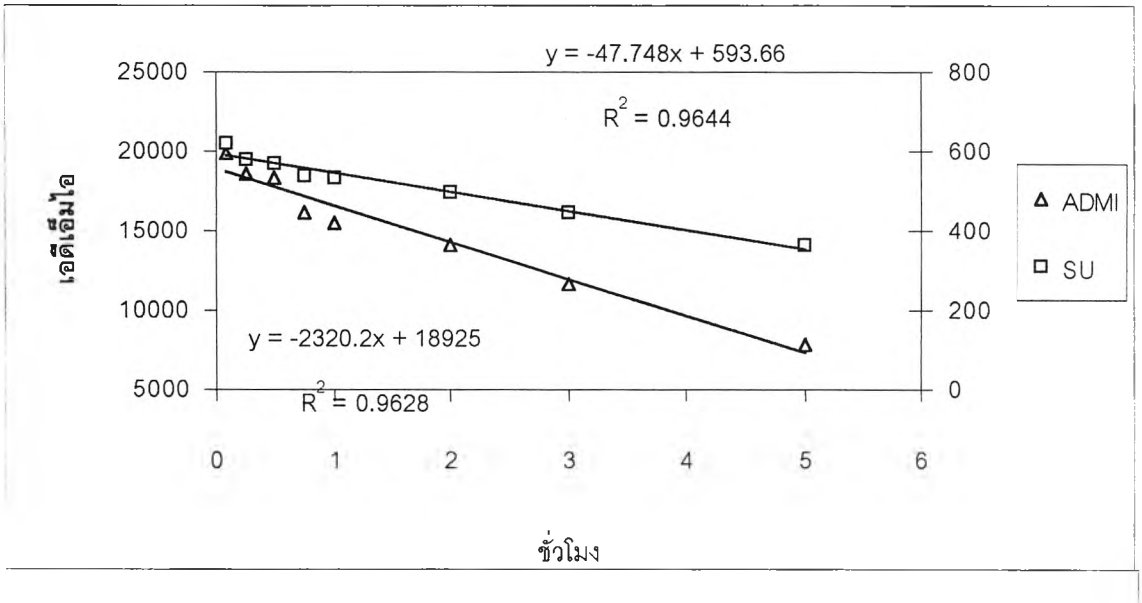
การหาอัตราการลดสีทำโดยการทำโพรไฟล์การลดสีของชุดการทดลองต่างๆซึ่งในที่นี้ ขอยกตัวอย่างการหาอัตราการลดสีในชุดการทดลองแบบแบตช์ของชุดการทดลองที่ใช้สีไดอะโซที่มีความเข้มของน้ำเข้า 400 มก./ล. และมีเวลากักแอนแอโรบิกเท่ากับ 18 ชั่วโมง และมีค่าเอ็มแอลวีเอสเอสเท่ากับ 3,290 ซึ่งได้โพรไฟล์การลดสีตามเวลา ดังรูปข้างล่าง

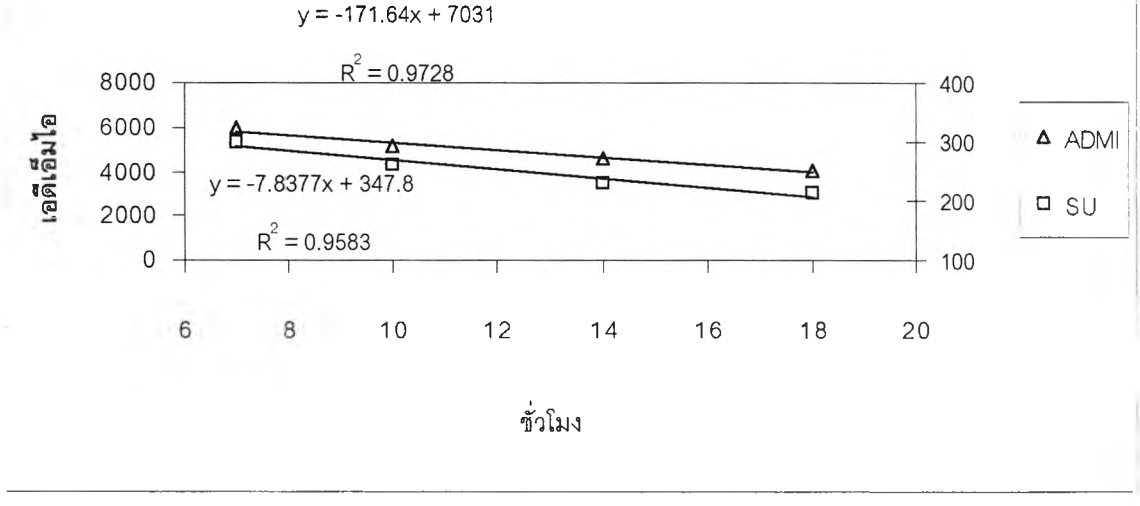



จากรูปโพรไฟล์การลดสีดังกล่าว พบว่าอัตราการลดสีสามารถแบ่งได้ 2 ช่วง คือช่วงเริ่มต้น จนถึง 5 ชั่วโมง ซึ่งเป็นช่วงที่มีการลดสีค่อนข้างคงที่และลดลงอย่างรวดเร็ว และในช่วงชั่วโมงที่ 7 จนถึงชั่วโมง 18 การลดสีจะลดลงช้ากว่าช่วงแรกและค่อนข้างคงที่ ดังนั้นนำไปเขียนโพรไฟล์แยกเป็น 2 ช่วง คือ ช่วงที่ t = 5 นาที ถึง 5 ชั่วโมง และ ชั่วโมงที่ 7- 18 แล้วหาความสัมพันธ์ของการลดสีของแต่ละช่วง ดังรูปข้างล่าง

จากกโพรไฟล์ในช่วงแรก พบว่าได้เส้นกราฟค่อนข้างเป็นเส้นตรง($R^2$ = 0.96) และจากสมการเส้นตรง อาจกล่าวได้ว่าอัตราการลดสี จะเท่ากับ 2,320 เอดีเอ็มไอ/ชั่วโมง และ 48 เอสยู/ชั่วโมง อัตราการลดสีในช่วงแรกนี้ขอเรียกว่า first-Decolorization rate(first-DR) ส่วนการหาอัตราการลดสีจำเพาะ(first-Specific Decolorization rate;first SDR) จะเท่ากับอัตราการลดสี

หารด้วยค่าเอ็มแอลวีเอสเอสในระบบ ซึ่งจะเท่ากับ 705 เอดีเอ็มไอ/ชั่วโมง.ก.เอ็มแอลวีเอสเอส และ 14.5 เอสยู/ชั่วโมง.ก.เอ็มแอลวีเอสเอส



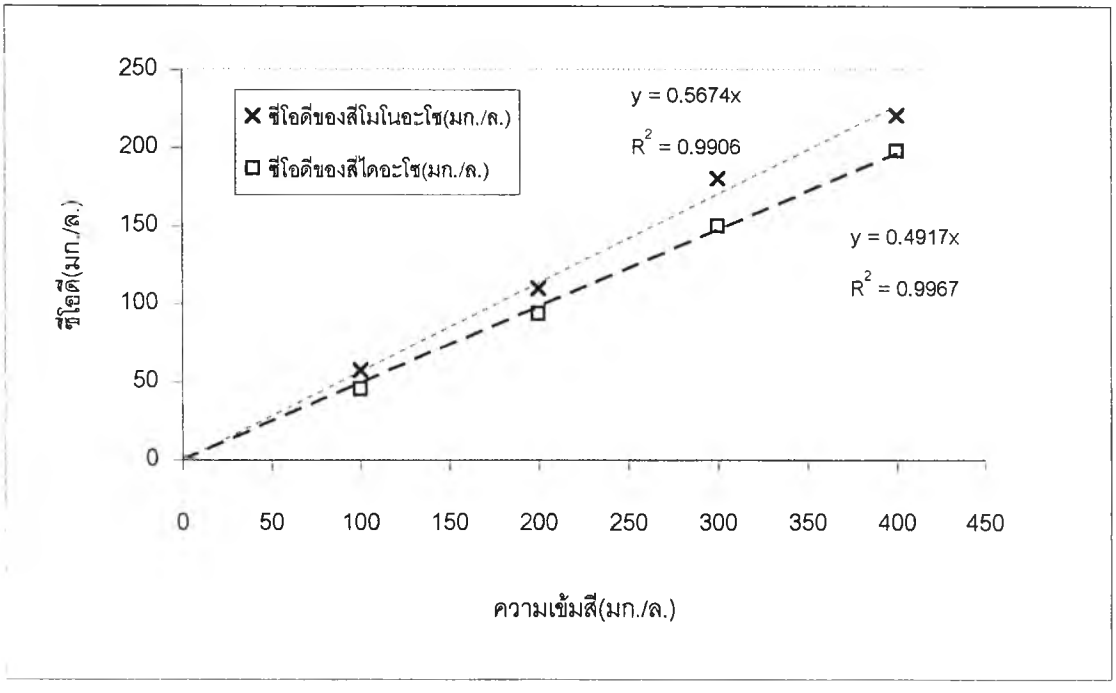

จากการโพรไฟล์ในช่วงที่ 2 ก็พบว่าเส้นกราฟค่อนข้างเป็นเส้นตรง($R^2$ = 0.97) และจากสมการเส้นตรง อาจกล่าวได้ว่าอัตราการลดสี จะเท่ากับ 171 เอดีเอ็มไอ/ชั่วโมง และ 8 เอสยู/ชั่วโมง อัตราการลดสีในช่วงที่ 2 นี้ขอเรียกว่า secondary-Decolorization rate(secondary-DR)

และมีอัตราการลดสีจำเพาะ(secondary-Specific Decolorization rate; secondary-SDR) เท่ากับ 52 เอดีเอ็มไอ/ชั่วโมง.ก.เอ็มแอลวีเอสเอส และ 2.4 เอสยู/ชั่วโมง.ก.เอ็มแอลวีเอสเอส

## ภาคผนวก ช.

## วิธีการหาซีโอดีของสีย้อม

การหาซีโอดีของสีย้อมทั้ง 2 ชนิด ทำโดยการเตรียมสีย้อมทั้งสองในน้ำกลั่นมีความเข้มสี 100, 200, 300 และ 400 มก./ล. และหาค่าซีโอดีของสีย้อมที่ความเข้มต่างๆแล้วนำมาเขียนกราฟระหว่างความเข้มสี(100 – 400 มก./ล.) และค่าซีโอดีที่ได้จากสีย้อม(มก./ล.) ได้ดังกราฟข้างล่าง




จากกราฟดังกล่าวพบว่าจะได้ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มสีกับค่าซีโอดีที่ได้จากสีย้อมเป็นเส้นตรง($R^2$ = 0.99) และสามารถสรุปได้ว่า

สีย้อมโมโนอะโซ 1 มก./ล. ให้ค่าซีโอดีเท่ากับ 0.567 มก./ล. ดังนั้น ถ้าความเข้มสี 400 มก./ล. จะให้ค่าซีโอดีเท่ากับ 227 มก./ล.

ส่วนสีย้อมไดอะโซ 1 มก./ล. ให้ค่าซีโอดีเท่ากับ 0.491 มก./ล. ดังนั้น ถ้าความเข้มสี 400 มก./ล. จะให้ค่าซีโอดีเท่ากับ 196 มก./ล.

# ภาคผนวก ซ.

## การหาปริมาณสารอาหารร่วมที่มีปริมาณมากเกินพอต่อการลดสี

จากงานวิจัยของ Chinwetkitvanich และคณะ, 2000 ;โสภา ชินเวชกิจวานิชย์(2540) พบว่าชุดการทดลองที่ใช้น้ำเสียสีที่มีโทนสีแดงและน้ำเงิน มีความเข้มข้นสี 150 เอสยู ใช้แป้งมันเป็นสารอาหารร่วมเพียง 200 มก./ล.ก็มีปริมาณมากเกินพอต่อการลดสี(เมื่อใช้แป้งมันเป็นสารอาหารร่วม 500 มก./ล. ประสิทธิภาพการลดสีไม่เพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้แป้งมันในปริมาณ 200 มก./ล.) และจากการวิเคราะห์ค่าซีโอดีของแป้งมันพบว่า แป้งมัน 1 มก./ล. ให้ค่าซีโอดีเท่ากับ 0.97 มก./ล. ดังนั้นแป้งมัน 200 มก./ล. มีค่าซีโอดีเท่ากับ 194 มก./ล. เพราะฉะนั้นค่าสี 1 เอสยู ต้องการปริมาณสารอาหารร่วมที่มากเกินพอเท่ากับ 1.3 มก./ล.ซีโอดี

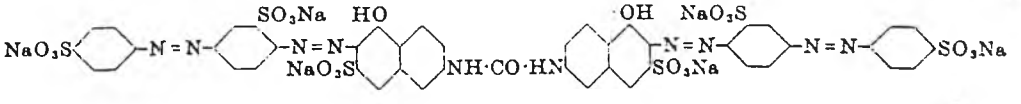
งานวิจัยนี้ใช้สีย้อมที่มีโครงสร้างทางเคมีต่างกัน 2 โครงสร้าง คือ (1.) สีย้อมProcion Red MX-5B หรือ C.I. Reactive Red 2(monoazo) (2.) สีย้อมProcion Red H-E3B หรือ C.I. Reactive Red 120(diazo) ซึ่งจากการวิเคราะห์หาความเข้มข้นสีที่ 400 มก./ล. ของสีย้อมทั้ง 2 โครงสร้างในห้องปฏิบัติการพบว่าให้ค่าสีในหน่วยเอสยูเท่ากับ 976, 904 เอสยู ตามลำดับ ดังนั้นต้องการปริมาณสารอาหารร่วมเท่ากับ 1269 และ 1176 มก./ล.ซีโอดี ตามลำดับ เพราะฉะนั้นในงานวิจัยนี้ใช้แป้งมันเป็นสารอาหารร่วมเท่ากับ 1400 มก./ล.ซีโอดี ทั้งสองโครงสร้างสีซึ่งเป็นปริมาณที่มากเกินพอต่อการลดสี

# ภาคผนวก ฌ.

## ผลการทดลองและวิจารณ์ผลของชุดการทดลองที่ใช้สีย้อมชนิดโพลีอะโซ

ผู้วิจัยได้ทำการทดลองเพิ่มขึ้นอีก 1 ชุดการทดลอง โดยทำการทดลองกับสีย้อมที่มีโครงสร้างทางเคมีที่ใหญ่ขึ้น คือใช้สีย้อมที่มีโครงสร้างโพลีอะโซ ดังรูปที่ ฌ.-1 (สีย้อมไดเรกท์) ทำการทดลองที่มีความเข้มสีเท่ากับ 400 มก./ล. และซีโอดีของแป้งมันเท่ากับ 1,400 มก./ล.(เท่ากับชุดการทดลองที่ใช้สีย้อมโมโนอะโซและไดอะโซ) โดยทำการทดลองด้วยระบบเอสบีอาร์แบบแอนแอโรบิก-แอโรบิก ที่มีเวลากักแอนแอโรบิก+แอโรบิก+ตกตะกอน เท่ากับ 18+5+1 ชั่วโมง (เนื่องจากเป็นเวลากักแอนแอโรบิกที่ดูจะเหมาะสมที่สุดกับชุดการทดลองที่ใช้สีย้อมโมโนอะโซและไดอะโซ) และควบคุมอายุสลัดจ์เท่ากับ 7.2 วัน(เท่ากับชุดการทดลองที่ใช้สีโมโนอะโซและไดอะโซ) เพียงแต่ว่าการทดลองชุดนี้ใช้เวลาดำเนินระบบเพียง 21 วัน(เนื่องจากมีเวลาจำกัด)

C.I. Direct Red 80 (*Bright bluish pink → Bright bluish red*)




รูปที่ ฌ.-1 สีไดเรกท์ที่มีโครงสร้างโพลีอะโซ(Solophenyl Red H-E3B หรือ C.I.Direct Red 120)

จากตารางที่ ฌ.-1 คือค่าเฉลี่ยของพารามิเตอร์ต่างๆ พบว่าระบบมีค่า F/M เท่ากับ 0.31 ก.บีโอดี/ก.เอ็มแอลวีเอสเอส.วัน ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับ 6 ชุดการทดลองที่ใช้สีย้อมโมโนอะโซและไดอะโซ ทั้งนี้เนื่องจากทุกชุดการทดลองควบคุมอายุสลัดจ์ให้เท่ากัน คือ 7.2 วัน

ค่าเอสเอสและเอสวีไอมีค่าสูงมาก ทั้งนี้เนื่องจากระบบเพิ่งจะดำเนินระบบได้เพียง 21 วัน ซึ่งอาจทำให้จุลชีพในระบบยังไม่ปรับชินกับสีย้อมโพลีอะโซ ซึ่งคาดว่าเมื่อดำเนินระบบไปอีกซักระยะอาจทำให้ค่าเอสเอสและเอสวีไอค่อยๆต่ำลง(อย่างเช่นชุดการทดลอง D-ANA18 ซึ่งต้องใช้เวลาเดินระบบเกือบ 40 วัน จึงทำให้ค่าเอสเอสและเอสวีไอมีค่าต่ำลง)

ค่าซีโอดีของชุดการทดลองนี้มีความสอดคล้องกับ 6 ชุดการทดลองที่ใช้สีโมโนอะโซและไดอะโซ คือซีโอดีส่วนใหญ่ถูกกำจัดในสภาวะแอนแอโรบิก และค่าซีโอดีที่เหลือปลายวัฏจักรมีค่า

ใกล้เคียงกับซีโอดีที่ได้จากสีย้อมที่เติมเข้าระบบ(จากการวิเคราะห์ค่าสีย้อมโพลีอะโซที่มีความเข้มสี 400 มก./ล.ในห้องปฏิบัติการ พบว่าให้ค่าซีโอดีเท่ากับ 145 มก./ล.)

**ตารางที่ ฌ.-1 ค่าเฉลี่ยข้อมูลของชุดการทดลองที่ใช้สีย้อมโพลีอะโซ***

| พารามิเตอร์ | น้ำเข้า | แอนแอโรบิก | แอโรบิก | น้ำออก | %Rem. |
|---|---|---|---|---|---|
| ออกซิเจนละลาย(มก./ล.) | - | 0.05 | 5.80 | - | - |
| อุณหภูมิ(องศาเซลเซียส) | - | 28.9 | 29.1 | - | - |
| พีเอช | 7.4 | 6.8 | 8.2 | - | - |
| เอ็มแอลเอสเอส(มก./ล.) | - | - | 3,190 | - | - |
| เอ็มแอลเอสเอส/เอ็มแอลวีเอสอเส(f) | - | - | 0.92 | - | - |
| เอสวี30(มล./ล.) | - | - | 900 | - | - |
| เอสวีไอ(มล./ก.) | - | - | 286 | - | - |
| เอสเอส(มก./ล) | - | - | - | 436 | - |
| F/M(ก.บีโอดี/ก.เอ็มแอลเอสเอสใวัน) | - | - | - | 0.31 | - |
| ซีโอดีกรอง(มก./ล.) | 1,592 | 185 | 156 | - | 90.2 |
| สี(หน่วยเอสยู) | 938 | 470 | 341 | - | 63.4 |
| (หน่วยเอดีเอ็มไอ) | 30,795 | 12,702 | 9,720 | - | 68.4 |

* ค่าเฉลี่ยของผลการทดลอง 5 วัฏจักร

แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงค่าสีในหน่วยเอสยูและเอดีเอ็มไอในสภาวะต่างๆ มีความสอดคล้องกับชุดการทดลองที่ใช้สีย้อมโมโนอะโซและไดอะโซ คือ สีส่วนใหญ่ถูกกำจัดในสภาวะแอนแอโรบิก และประสิทธิภาพการกำจัดสีเท่ากับ 63.4 และ 68.4% หน่วยเอสยูและเอดีเอ็มไอ ตามลำดับ พบว่ามีประสิทธิภาพการกำจัดสีใกล้เคียงกับชุดการทดลอง M-ANA18(สีโมโนอะโซที่มีเวลากักแอนแอโรบิก 18 ชั่วโมง มีประสิทธิภาพการกำจัดสีเท่ากับ 61% และ 71% ในหน่วยเอสยูและเอดีเอ็มไอ ตามลำดับ) แต่มีประสิทธิภาพการกำจัดสีน้อยกว่าชุดการทดลอง D-ANA18(สีไดอะโซที่มีเวลากักแอนแอโรบิก 18 ชั่วโมง มีประสิทธิภาพการกำจัดสีเท่ากับ 80% และ 88% ในหน่วยเอสยูและเอดีเอ็มไอ ตามลำดับ) ซึ่งจากการทดลองนี้อาจกล่าวได้ว่าผลของโครงสร้างสีย้อม(โมโนอะโซ ไดอะโซ และโพลีอะโซ) ไม่น่าจะมีผลต่อประสิทธิภาพการกำจัดสี แต่ผู้วิจัยก็ไม่อาจแน่ใจที่กล่าวสรุปเช่นนั้น เนื่องจากชุดการทดลองนี้ดำเนินระบบเพียง 21 วัน ระบบอาจยังไม่เข้าสู่ถานะคงตัว(เนื่องจากมีค่าเอสเอสและเอสวีไอสูง) แต่ถ้าดำเนินระบบต่อไปอีกระยะอาจทำ

ให้ระบบเข้าสู่สถานะคงตัว และอาจมีผลทำให้ประสิทธิภาพการกำจัดสีได้สูงขึ้น แต่อย่างไรก็ตาม จากการทดลองนี้ก็ชี้ให้เห็นว่าไม่ว่าจะใช้สีย้อมโมโนอะโซ ไดอะโซ หรือโพลีอะโซ ที่เวลากักแอนแอโรบิก 18 ชั่วโมง ก็ทำให้มีประสิทธิภาพการกำจัดสีมากกว่า 60% และ 70% ในหน่วยเอสยูและเอดีเอ็มไอ ตามลำดับ ซึ่งถือว่าเป็นค่าที่ค่อนข้างสูง

# ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายปรีชาวิทย์ รอดรัตน์ เกิดวันที่ 20 ธันวาคม พ.ศ. 2515 ที่จังหวัดตรัง สำเร็จการศึกษาปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ในปีการศึกษา 2538 และเข้าศึกษาต่อหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อ พ.ศ. 2540