รายการอ้างอิง

กลุ่มบัณฑิตเกษตรอาสา สาขาประมง. 2539. **กุ้งก้ามกรามและกุ้งกุลาดำ**, พิมพ์ครั้งที่ 2 นครปฐม : โรงพิมพ์สถาบันพัฒนาสาธารณสุขอาเซียน

มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์ และไพพรรณ พรประภา. 2538. **การจัดการคุณภาพน้ำและการบำบัดน้ำเสียในบ่อเพาะเลี้ยงปลาและสัตว์น้ำอื่นๆ. เล่ม 1 การจัดการคุณภาพน้ำ.** พิมพ์ครั้งที่ 2 กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Abeliovich, A. 1985. Nitrification of Ammonia in Wastewater Field Observation and Laboratory Studies. **Wat. Res.** 19 : 1097 - 1099

Abeliovich, A. and Ahuva, V. 1993. Factors Inhibiting Nitrification of Ammonia in Deep Wastewater Reservoirs. **Wat. Res.** 27 : 1585 - 1590

Aleem, M. I. H. 1985. Biochemical Reaction Mechanisms in Sulpher Oxidation by Chemosynthetic Bacteria. **Plant and Soil.** 43 : 587 - 607

Alexander, M. 1982. Most Probable Number Method for Microbial Population. **In Method of Soil Analysis .** Part 2 .Chemical and Microbial Properties (2 ed). pp.815 - 820.

Alleman, J. E. 1985.Evaluated Nitrate Occurrence in Biological Wastewater Treatment System. **Wat. Sci. Tech.** 17 : 409 - 419.

Allison, S. M. and Prosser, J. R. 1992. Isolation and Identification of Autotrophic Nitrifying Bacteria. **Appl. Environ. Microbiol.** 56 :123-133

APHA 1992 **Standard Method for the Examination of Water and Wastewater**,14th edition. American Public Health Assosiation. New York.

Atlas, M. R. and Richard, B. 1981. **Microbial Ecology Fundamentals and Applications.** Addison-Wesley Publishing Company. Inc. Philippines. pp 366 - 368

Belser, L. W. 1979. Population Ecology of Nitrifying Bacteria. **Ann. Rev. Microbiol.** 33 : 309 - 333

Belser, L. W. and Schmidt, E. L. 1981. Inhibitory Effect of Nitrapyrin on Three Genera of Ammonia Oxidizing Nitrifiers. **Appl. Environ. Microbiol.** 36 : 819 - 821

Blanc, J.,Audic, J. M. and Faup, G. M. 1986. Enhancement of *Nitrobacter* Activity by Heterotrophic Bacteria. **Wat. Res.** 20 : 1375 - 1381

Bock, E. 1976. Growth of Nitrobacter in the Present of Inorganic Matter. II. Chemoorganotrophic Growth of Nitrobacter agilis. **Arch. Microbiol.** 108 : 305 -312

Bock, E. 1983. New Facultative Lithoautotrophic Nitrite - Oxidizing Bacteria. **Arch. Microbiol.** 136 : 281 - 284

Bock, E., Koops, H. P. and Harms, H. 1986. **Cell Biology of Nitrifying Bacteria.** In Nitrification. IRL Press Oxford Washington D. C.

Bock, E., Koops, H. P. Moller, U. C. and Rudert, M 1990. A New Facultatively Nitrite Oxidizing Bacterium, *Nitrobacter vulgaris* sp.nov. **Arch. Microbiol.** 153 : 105 - 110

Bock, E. , Schmidt, I., Stuven and Zart, D. 1995. Nitrogen Loss Caused by Denitrifying Nitrosomonas Cells Using Ammonium or Hydrogen as Electron Donors and Nitrite as Electron Acceptor. **Arch. Microbiol.** 163 : 16 - 20

Boller, M. and Gujer, W. 1986. Nitrification in Tertiary Tricking Filters Followed by Deep - Bed Filters. **Wat. Res.** 20 : 1363 - 1373

Boon, B. and Laudelout, H. 1962. Kinetics of Nitrite Oxidation by *Nitrobacter winogradskyi.* **Biochem. J.** 35: 440 - 448

Both, G. J., Gerards, S. and Laanbroek, H. J. 1992. The Occurrence of Chemolitho-Autotrophic Nitrifiers in Water-Saturated Grassland Soils. **Microb. Ecol.** 23 :15-26

Brock, T. D. and Madigan, M. T. 1988. Nitrifying Bacteria in **Biology of Microorganisms** Fifth edition Prentice-Hall International Editions. 701-702

Bruce, A. M., Merkens, J. C. and Haynes, B. A. 1975. Pilot-ScaleStudies on the Treatment of Demestic Sewage by Two-Stage Biological Filtration with Special Reference to nitrification. **Wat. Res.** 74 : 80 - 100

Buchanan, R.E. 1925. **General Systematic Bacteriology**. William and Wicken Co. Baltimore. pp. 398 - 402

Campbell, N. E. R. and Aleem, M. I. H. 1965. The Effect of 2 - Chloro 6 - (trichloromethyl) Pyridine on the Chemoautotrophic Metabolism of Nitrifying Bacteria. **J. Microbiol. Serol.** 31 : 124 - 136

Charley, R. C., Hooper, D. G. and McLee, A. G. 1980. Nitrification Kinetics in Activated Sludge at Various Temperature and Dissolve Oxigen Concentrations. **Wat. Res.** 141: 387 - 1396

Cheng, S. S. and Chen, W. C. 1994. Organic Carbon Supplement Influencing Performamce of Biological Nitrification in a Fluidized bed Reactor. **Wat. Sci. Tech.** 30 : 131 - 142

Clark, C. and Schmidt, E. L. 1966. Effect of Mixed Cultuer on *Nitrosomonas europaea* Simulated by Uptake and Utilization of Pyruvate. **J. Bact.** 91: 367 -373

Clark, C. and Schmidt, E. L. 1967. Growth Response of *Nitrosomonas europaea* to amino acids. **J. Bact.** 93 : 1302 - 1308

Downing, A. L., Painter, H. A. and Knowles, G. 1964a. Nitrification in the Activated Sludge Process. **J. Inst. Sewage Purification.** 63: 130 - 153

Fang Hung Yuan,Chou Ming Shean and Huang Chin Wang 1993. Nitrification of Ammonia - Nitrogen in Refinery Wastewater.**Wat. Res.** 27: 1761 -1765

Fdz-Polanco, F., Villaverde, S. and Garcia, P. A. 1994. Temperature Effect on Nitrifying Bacteria Activation and Free Ammonia in Inhibition.**Wat. Sci. Tech.** 30:121-130

Focht, D. D. and Verstrate, W. 1977. Biochemical Ecology of Nitrification and Denitrification. **In Advance in Microbial Ecology**. pp 280

Furukawa, K., Ike, A. Ryu, S.L. and Fujita, M. 1993. Nitrification of NH_4-N Polluted Sea Water by Immobilzed Acclimated Marine Nitrifying Sludge. (AMNS) **J. Ferment. Bioeng.** 76 : 515 - 520

Goreau, J. J., Kaplan, W. A.,Wofsy, S. C.,McElroy, M. B., Volois, F.W. and Watson, S.W.1980. Production of NO_2^- and N_2O by Nitrifying Bacteria at Reduced Concentration of Oxygen. **Appl. Environ. Microbiol.**40: 526 - 532

Graaf, A. A., Arnold, M., Peter, B., Mike, S. M., Lesley, A. R. and Kuenen, J.G. 1995. Anaerobic Oxidation of Ammonium is a Biologically Mediated Process. **Appl. Environ. Microbiol.**61 : 1246 - 1251

Gupta, S. K., Raja, S. M. and Gupta, A. B. 1994. Simutaneous Nitrification-Denitrifition in a Rotating Biological Contactor. **Environ. Tech.** 15 : 146 - 153

Gujer, W. and Boller, M. 1986. Design of a Nitrifying Tertiary Trickling Filter Based on Theoretical Cincepts. **Wat. Res.** 20 : 1353 - 1362

Harms, H. Koops, H. and Wehrmann, H 1976. An ammonia Oxidizing Bacteriuam *Nitrovibrio tenuis* nov. gen. nov.sp. **Arch. Microbial.**

Hooper, A. B. and Terry, K. R. 1973. Specific Inhibitors of Ammonia Oxidation in *Nitrosomonas*. **J. Bacteriol.** 115:480-485

Hooper, A. B. 1978. Nitrogen Oxidation and Electron Transport in Ammonia-Oxidising Bacteria. **In Microbiology**.1978 Washington ,pp 229-304

Jones, G. L. and Paskins, A. R. 1982. Influence of High Partial Pressure of Carbon Dioxide and/or Oxygen on Nitrification. **J.Chem. Technol. Biotechnol.** 32 : 213-223

Jones, R. D. and Hood, M. A. 1980. Effect of Temperature, pH, Salinity, and Inorganic Nitrogen on the Rate of Ammonia Oxidation of Nitrifiers Isolated from Wetland Environments . **Micro. Ecol.** 6 : 339 - 347

Jones, R. D., Morita, R.Y., Koops, H. P. and Watson, S. W. 1988. A New Marine Ammonium-Oxidizing Bacterium *Nitrosomonas cryotolerans* sp. nov. **Can. J. Microbiol.** 34 : 1122 -1128

Juliette, L. Y., Micheal, R. H. and Danial, J. A. 1993. Inhibition of Ammonia Oxidation in *Nitrosomonas europaea* by Sulfur Compound : Thioethers are oxidized to Sulfoxides by Ammonia monooxygenase. **Appl. Environ. Microbiol.** 59 : 3718 - 3727

Koops, H. and Harms, H. 1985. Deoxyribonucleic Acid Homologies among 96 Strains of Ammonia Oxidizing Bacteria. **Arch. Microbiol.** 141 : 214 - 218

Koops, H. P., Harms, H. and Wehrmann, H. 1976. Isolation of Moderate Halophilic Ammonia Oxidizing Bacterium *Nitrosococcus mobilis* nov.sp. **Arch. Microbiol.** 107 : 277- 282

Koops, H. P., Bottcher, B., Moller, U. C., Rosser, A. P. and Stehr, G. 1991. Classification of Eight New Species of Ammonia - Oxidizing Bacteria : *Nitrosomonas communis* sp.nov., *N. ureae* sp.nov., *N. aestuarii* sp. nov., *N. marina* sp. nov., *N. nitrosa* sp. nov., *N. eutropha* sp. nov. , *N. oligotropha* sp. nov. and *N. halophila* sp. nov. **J. Gen. microbiol.** 137 : 1689 - 1699 .

Kowalski, E. and Lewandowki, Z. 1983 Nitrification Process in a Pecked Bed Reactor With a Chemically Active Bed. **Wat. Res.** 17 : 157 - 160

Krummel, A and Harms, H. 1982. Effect of Organic Matter on Growth and Cell Yeild of Ammonia-Oxidizing Bacteria. **Arch. Microbiol.**133 : 50 - 54

Laanbrock, H. J., Bodelier, P. L. E. and Gerards, S.1993. Oxygen Consumption Kinetics of *Nitrosomonas europaea* and *Nitrobacter hamburgensis* Grown in Mixed Continuous Culture at Different Oxygen Concentrations. **Arch. Microbiol.** 161 : 156 - 162

Loveless, J. E. and Painter, H. A. 1968. The Influence of Metal Ion Concentration and pH Value on the Growth of a *Nitrosomonas* Strain Isolated from Activated Sludge. **J. Gen. microbiol.**52 : 1 - 14

MacDonald, P. T. and Spoke, R. 1980. Isolation of Ammonia Oxidizing Bacterium *Nitrosococcus* .sp. **Arch. Microbiol.** 107 : 277- 282

Matulewich, V. A., Strom, P. F. and Finstein, M. S. 1975. Length of Incubation for Enumerating Nitrifying Bacteria Present in Various Environments . **Appl. Microbiol.**29 : 265 - 268

Matulewich, V. A., Strom, P. F. and Finstein, M. S. 1978. Distribution of Autotrophic Nitrifying Bacteria in Polluted River (the Passaic). **Appl. Environ. Microbiol.** 35 : 71- 97

Michael, J. P, Chan, E. S. C. and Krieg, N. R. 1993. **Microbial Ecology in Microbiology Concepts and Application.** International Edition. 789 -791

Miller, L. G., Coutlakis, M. D. Ronald, S. O.and Bess, B. W. 1993. Selective Inhibition of Ammonium Oxidation and Nitrification-linked N_2O Formation by Methyl Fluride and Dimethyl Ether. **Appl. Environ. Microbiol.** 59 : 2457 - 2464

Nagel, C. A. and Haworth, J. G. 1969. **Operational Factors Affecting Nitrification in Activated Sludge Proocess.** Paper Presented at 42nd Annual Conference of the Water Pollution Control Federation. Dallus.Taxas.

Olson, R. J. 1981a. ^{15}N Tracer Studies of the Primary Nitrate Maximum. **J. Mar. Res.** 39 : 203 - 226

Painter, H. A. 1970. A Review of Literature on Inorganic Nitrogen Metabolism in Microorganism **Wat. Res.** 4 : 393-450

Painter, H. A. and King, E. F. 1976. The Effects of Substituting Oxygen for Air in the Activated Sludge Process on the Yeild Coefficient. Report LR 581 ,**Water Research Center, Stevenage**

Payne, W. C. 1979. Reduction of Nitrogenous Oxides by Microorganism. **Bacter. Reviews.** 37 : 409 - 452

Powell, S. T. 1985. **Inhibition of *Nitrosomonas europaea* by Nitrapyrin : The Role of Surfaces.** Ph.D. Thesis, University of Aberdeen,Aberdeen Scotland.

Powell, S. T. and Prosser, J. I. 1985. The Effect of Nitrapyrin and Chloropiconic acid on Ammonia Oxidation by *Nitrosomonas europaea*. **FEMS Microbiol. Lett.** 28 : 51 - 54

Powell, S. T. and Prosser, J. I. 1986. Inhibition of Ammonia Oxidation by Nitrapyrin in Soil and Liquid Culture. **Appl. Environ. Microbiol.** 52 : 782 - 789

Powell, S. T. and Prosser, J. I. 1992. Inhibition of Biofilm Populations of Nitrosomonas europaea. **Microb. Ecol.**. 24 : 43 - 45

Prosser, J. I. and Cox, D. J. 1986. Experimental Microbial Ecology. In **Nitrification.** (Edited By Burns, R.G. and Staler,J.H) Blackwell Scientific,Oxord

Rakamizawa, R., Naomi, K., Kazuhito, U., Masayuki, S. and Tatsuaki, T. 1992. Pure Isolation of a New Chemoautotrophic Ammonium - Oxidizing Bacteria on Gellan Gum Plate. **Appl. Environ. Microbiol.** 52 : 782 -789

Rider, S., Mellon,1946. The Role of Exogenous Organic Matter in Physiology of Chemolithotrophic Bacteria. **Adv. Microbiol. Physiol.** 3 : 159 - 196

Skinner, S. and Walker, N. 1968. Isolation of Ammonia - Oxidizing Autotrophic Bacteria. **J. Appl. Bact.** 31 : 493 - 497

Sauter, L. J. and Alleman, J. E. 1981. **A streamlined Approach to Biological Nitrogen Removal**. Proc. ASCE Specialty Conf. Environ.Eng. New York NY, 296 - 306

Schmidt, E. L., Belser, L. W. 1982. Nitrifying Bacteria. **Method of soil analysis,** Part 2. Chemical and Microbiological Properties - Agronomy Monograph no.9 (2 edition) pp.1027 - 1042

Schmidt, E. L., Molina, J. A. E and Chiang, G. 1973. Isolation of Chemoautotrophic Nitrifiers from Moroccan Soils Bulletin Ecological. **Reserch Communication (Stockholm)** 17 : 166-168

Smoresewski, W. T. and Schmidt, E. L. 1991. Number, Activity and Diversity of Autotrophic Ammonium Oxidizing Bacteria in a Freshwater, Eutrophic Lake Sediment . **Can. J. Microbiol.** 37 : 828 - 833

Spotte, S. 1979. **Seawater Aquariums the Captive Environment**. Wiley Intersciense, New York, pp 413

Stehr, G., Bottcher, B., Petra, D., Gabriele, R. and Koops, H. P. 1995 The Ammonium Oxidizing Nitrifying Population Of the Eiver Elbe Estuary . **FEMS. Microbiol. Ecol.** 17 :177 - 186

Steinmuller, W. and Bock, E. 1976. Growth of *Nitrobacter* in Present of Organic Matter. I. Mixotrophic Growth. **Arch. Microbiol.** 108 : 299 - 304

Stover, E. L., Weston, R. F. and Kincannon, D. F. 1976. Effects of COD : NH_4^+ - N Ratio on a One Stage Nitrification Activated Sludge System. Water and Sewage Work.. **Wat. Res.** 23 : 120-123

Suwa, Y., Imamura, Y., Suzuki, T., Tashiro, T. and Urushigawa, Y. 1994. Ammonia- Oxidizing Bacteria with Different Sensitivities to $(NH_4)_2SO_4$ in Activated Sludges. **Wat. Res.** 28 : 1523 -1532

Takamizawa, K.,Fukuwaka, I. and Inoue, Z. 1993 Promotion of Nitrification and Denitrification by Recirculation of Effluent and Biofilm process. **J. Ferment. Bioeng.** 14 : 981 - 987

Van Gool, A. P., Tobback, P. P.and Fisher, I. 1971 Autotrophic Growth and Synthesis of Reserve Polymer in *Nitrobacter winogradsky*. **Arch. Mikrobiol.**76 : 252 - 264

Vannelli, T. and Hooper, A. B. 1992. Oxidation of Nitrapyrin to 6 - Chloropicolinic acid by Ammonia - Oxidizing Bacterium *Nitrosomonas europaea*. **Appl. Environ. Microbiol.** 56 : 1169 - 1171

Vannelli, T. and Hooper, A. B. 1993. Reductive Dehalogenation of the Trichloromethyl group of Nitrapyrin by the Ammonia Oxidizing Bacterium *Nitrosomonas europaea*. **Appl. Environ. Microbiol.** 59 : 3597 - 3601

Ward, B. B. and Carlucci, A.F. 1985. Marine Ammonia - and Nitrite - Oxidizing Bacteria. **Appl. Environ. Microbiol.** 50 : 194 - 201

Ward, B. B. 1996. Nitrification and Denitrification : Probing the Nitrogen Cycle in Aquatic Environments. **Microb. Ecol.** 32 : 247 - 261

Watson, S. W. 1965. Characteristics of a Marine Nitrifying Bacterium *Nitrosocystis oceanus* sp.n. **Limnol. Oceanogr.** 20 : 274 - 289

Watson, S. W., Graham, L. B., Remsen.C. D. and Valois, F. W. 1971. A lobular, Ammonia-Oxidising Bacterium *Nitrosolobus multiformis* nov. gen. nov. sp. **Arch. Mikrobiol.** 76 : 183 - 203

Watson, S. W., Valois, F. W. and Waterbury, J. B. 1981. **The Family Nitrobacteriaceae**. In Prokaryotes, Starr, M. P., Stolp, H., Truper, H. G., Balows, A. and Schlegel, H. G.(ed), Springe Varlag, Berlin. 1 : 1005 - 1022

Watson. S. W., Bock, E., Valois,F. W., Waterbury, J. B. and Schlosser, U 1986. *Nitrospira marina* gen.nov.sp.nov.: A Chemolithotrophic Nitrite - Oxidizing Bacterium. **Arch. Microbiol.** 144 : 1 - 7

Weiss, R. F. 1974. Carbon Dioxide in Water and Sea Water the Solubility of a Non-Ideal Gass . **Mar. Chem.** 2 : 203 - 215

Wickin, J. F., 1983. Studies on Marine Biological filters. **Wat. Res.** 17:1769-1780

Winogradsky, S. 1892. Contribution a la Morphologies des Organism de la Nitrification. **Arch. Sci. Biol.** 1 : 86 - 137

Wood, L. B., King, R. P., Durkin, M.K, Finch, H.J. and Sheldon, D. 1976. The Operation of Surface Activated-Sludge Plant in Atmosphere of Pure Oxygen.**Public Health Eng.** 4 : 67 - 75

Wyatt, K. L., Brown, P. and Shabi, F. A. 1977. Oxidation Process in Activated Sludge at High Dissolved Oxygen Concentrations. **Wat. Res.** 76 : 340 - 354

ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก

อาหารเลี้ยงเชื้อ

อาหารเลี้ยงเชื้อสำหรับคีโมออโตโทรฟิคแอมโมเนียมออกซิไดซิงแบคทีเรีย

สูตร 1 **โดย Skinner และ Walker (1968)** **ประกอบด้วย**

$(NH_4)_2SO_4$	0.5	กรัม
KH_2PO_4	0.2	กรัม
$CaCl_2$	0.02	กรัม
$MgSO_4.7H_2O$	0.04	กรัม
FeNaEDTA	0.1	มิลลิลิตร
phenol red	2.0	มิลลิลิตร
synthetic seawater	400	มิลลิลิตร
deionized distilled water	600	มิลลิลิตร

สูตร 2 โดย MacDonald และ Spokes (1980) **ประกอบด้วย**

$(NH_4)_2SO_4$	0.5	กรัม
KH_2PO_4	0.2	กรัม
$CaCl_2$	0.02	กรัม
$MgSO_4.7H_2O$	0.04	กรัม
FeNaEDTA	0.1	มิลลิลิตร
phenol red	2.0	มิลลิลิตร
$CaCO_3$	25.0	กรัม
difco noble agar	15.0	กรัม
cycloheximide	0.05	กรัม
synthetic seawater	400	มิลลิลิตร
deionized distilled water	600	มิลลิลิตร

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สูตร 3 โดย Skinner และ Walker (1968) ประกอบด้วย

$(NH_4)_2SO_4$	0.6	กรัม
KH_2PO_4	0.2	กรัม
$CaCl_2$	0.02	กรัม
$MgSO_4.7H_2O$	0.04	กรัม
FeNaEDTA	0.1	มิลลิลิตร
synthetic seawater	400	มิลลิลิตร
deionized distilled water	600	มิลลิลิตร

วิธีเตรียม

อาหารเลี้ยงเชื้อสูตร 1 ถึง 3 เตรียมโดย ปรับค่าความเป็นกรดด่างให้ได้ 7.5 ถึง 8.5 นึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดันไอ 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 20 นาที

อาหารเลี้ยงเชื้อสำหรับคีโมออโตโทรฟิคไนไตรท์ออกซิไดซิงแบคทีเรีย

สูตร 4 โดย Schmidt และคณะ (1973) ประกอบด้วย

$NaNO_2$	1.4	กรัม
KH_2PO_4	0.5	กรัม
Na_2HPO_4	5.1	กรัม
$MgSO_4$ .7H2O	0.02	กรัม
FeNaEDTA	5.0	มิลลิลิตร
trace element *	1	มิลลิลิตร
synthetic seawater	400	มิลลิลิตร
deionized distilled water	600	มิลลิลิตร

***trace element ประกอบด้วย**

$ZnSO_4.2H_2O$	2	มิลลิกรัม
$CuSO_4.5H_2O$	2	มิลลิกรัม
$NaMoO_4.2H_2O$	2	มิลลิกรัม
deionized distilled water	100	มิลลิลิตร

วิธีเตรียม

อาหารสูตร 4 เตรียมโดย ปรับค่าความเป็นกรดด่างให้ได้ 7 ถึง 7.5 นึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดันไอ 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้วเป็นเวลา 20 นาที

การเตรียมน้ำทะเลสังเคราะห์ (synthetic seawater)

NaCl	25	กรัม
$MgSO_4.7H_2O$	1	กรัม
$(NH_4)_2SO_4$	1	กรัม
$CaCl_2$	0.3	กรัม
Tris	1	กรัม
trace element*	1	มิลลิลิตร
distilled water	1000	มิลลิลิตร

***trace element** ประกอบด้วย

H_3BO_3	2	มิลลิกรัม
$NaMoO_4.2H_2O$	0.5	มิลลิกรัม
$MnCl_2.4H_2O$	0.4	มิลลิกรัม
$ZnSO_4.7H_2O$	50	ไมโครกรัม
$CuSO_4.5H_2O$	10	ไมโครกรัม
distilled water	1000	มิลลิลิตร

การเตรียม FeNaEDTA (Schmidt,1973)

$FeSO_4.7H_2O$	77	มิลลิกรัม
NaEDTA	103	มิลลิกรัม
distilled water	50	มิลลิลิตร

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

อาหารเลี้ยงเชื้อเหลวอินทรีย์

Nutrient broth (Difco laboratories)

peptone	5.0	กรัม
NaCl	5.0	กรัม
yeast extract	2.0	กรัม
beef extract	1.0	กรัม

Marine broth (Difco laboratories)

NaCl	19.45	กรัม
$MgCl_2$	8.8	กรัม
peptone	5.0	กรัม
Na_2SO_3	3.24	กรัม
$CaCl_2$	1.8	กรัม
yeast extract	1.0	กรัม
$NaHCO_3$	0.16	กรัม
KCl	0.55	กรัม
ferric citrate	0.16	กรัม
KBr	0.08	กรัม
SrCl	0.03	กรัม
H_3BO_3	0.02	กรัม
Na_2HPO_4	8.0	มิลลิกรัม
Na_2SiO_3	4.0	มิลลิกรัม
NaF	2.4	มิลลิกรัม
NH_4NO_3	1.6	มิลลิกรัม

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

trypticase soy broth (BBL Microbiology System)

pancreatic digest of casein	17.0	กรัม
NaCl	5.0	กรัม
papaic digest soybean meal	3.0	กรัม
K_2HPO_4	2.5	กรัม
glucose	2.5	กรัม

fluid thioglycollate medium (Difco laboratories)

pancreatic digest of casein	15.0	กรัม
NaCl	2.5	กรัม
glucose	5.5	กรัม
yeast extract	5.0	กรัม
agar	0.75	กรัม
L-cystine	0.5	กรัม
sodium thioglycollate	0.5	กรัม
resazurin	1.8	มิลลิกรัม

organic medium

peptone	0.5	กรัม
yeast extract	0.5	กรัม
beef extract	0.5	กรัม

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข

วิธีวิเคราะห์และการเตรียมสารสำหรับวิเคราะห์

1. การวิเคราะห์ปริมาณแอมโมเนียโดยวิธีฟีเนต (APHA,1992)

1.1 การเตรียมรีเอเจนต์

ก. ไฮโปคลอรัสแอซิดรีเอเจนต์ (hypochlorous acid reagent)

เติมน้ำกลั่นปลอดประจุ 40 มิลลิลิตร ลงใน 10 มิลลิลิตรของโซเดียมไฮโปคลอไรด์ 5 เปอร์เซ็นต์ ปรับค่าความเป็นกรดด่างให้ได้ 6.5 ถึง 7.0 ด้วย กรดไฮโดรคลอริก เตรียมใหม่ใช้แต่ละอาทิตย์ เพราะเป็นสารที่ไม่อยู่ตัว

ข. ฟีเนตรีเอเจนต์ (phenate reagent)

ละลาย โซเดียมไฮดรอกไซด์ 2.5 กรัม และ ฟีนอล 10 กรัม ในน้ำกลั่นปลอดประจุ 100 มิลลิลิตร เตรียมใช้แต่ละอาทิตย์ เพราะน้ำยานี้จะมีสีเข้มขึ้นเมื่อตั้งทิ้งไว้

ค. สารละลายสต็อคแอมโมเนีย (stock ammonium solution)

ละลายแอมโมเนียมคลอไรด์ที่อบแห้ง 3.819 กรัม ในน้ำกลั่นปลอดประจุ 1000 มิลลิลิตร จะได้ สารละลาย 1.00 มิลลิลิตร มีความเข้มข้น 100 ไมโครกรัมแอมโมเนียไนโตรเจน

ง. สารละลายมาตรฐานแอมโมเนีย (standard ammonium solution)

เจือจาง 5.00 มิลลิลิตรของสารละลายจากข้อ ค ในน้ำกลั่นปลอดประจุ 1000 มิลลิลิตร จะได้ สารละลายมาตรฐานแอมโมเนีย 1.00 มิลลิลิตร มีความเข้มข้น 0.5 ไมโครกรัมแอมโมเนียไนโตรเจน

1.2 การวิเคราะห์ปริมาณแอมโมเนีย

ดูดสารละลายตัวอย่างปริมาตร 10 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลองขนาด 16 x150 มิลลิลิตร หยดสารละลายกรดไฮโปคลอรัส 0.5 มิลลิลิตร แล้วหยดสารละลายฟีเนตรีเอเจนต์ 0.6 มิลลิลิตร ทันที เขย่าให้เข้ากัน (การเกิดสีจะเกิดสมบูรณ์ภายในเวลา 10 นาที และคงตัวภายใน 24 ชั่วโมง) แล้วนำไปวัดการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง Spectronic 21 ที่ความยาวคลื่น 630 นาโนเมตร

1.3 **การทำกราฟมาตรฐาน**

เตรียมความเข้มข้นของแอมโมเนียในช่วง 0 ถึง 5.0 ไมโครกรัม โดยดูดสารละลายมาตรฐานแอมโมเนีย (เข้มข้น 0.5 ไมโครกรัมแอมโมเนียไนโตรเจนต่อมิลลิลิตร) ปริมาณ 0, 0.5, 1.0, 2.0, 3.0, 4.0 และ 5.0 มิลลิลิตรลงในบีกเกอร์ขนาด 50 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นปลอดประจุจนได้ปริมาตร 10 มิลลิลิตร จะได้อนุกรมของสารละลายมาตรฐานที่มีความเข้มข้นของแอมโมเนีย 0, 0.25, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0 และ 2.5 ไมโครกรัมแอมโนียไนโตรเจนตามลำดับ วิเคราะห์ตามขั้นตอนในข้อ 1.2 โดยใช้น้ำกลั่นปลอดประจุเป็นชุดควบคุม

1.4 **วิธีการคำนวน**

$$\text{ปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจน (มิลลิกรัมต่อลิตร)} = \frac{A \times B}{C \times S}$$

เมื่อ A คือ ค่าแอบสอบแบ้นซ์ของตัวอย่าง

B คือ ไมโครกรัมแอมโมเนียไนโตรเจนในสารมาตรฐานที่นำมา

C คือ ค่าแอบสอบแบ้นซ์ของสารมาตรฐาน

S คือ มิลลิลิตรของตัวอย่างที่ใช้

2 **การวิเคราะห์ปริมาณไนไตรท์โดยวิธีไดอาโซไทเซชัน** (APHA,1992)

2.1 **การเตรียมรีเอเจนต์**

ก. สารละลายซัลฟานิลาไมด์ (sulfanilamide solution)

เติมกรดไฮโดรคลอริก 50 มิลลิลิตรลงในน้ำกลั่น 300 มิลลิลิตร แล้วละลายซัลฟานิลาไมด์ 5 กรัม ลงในของผสมนี้ เติมน้ำกลั่นปลอดประจุให้ครบ 500 มิลลิลิตร

ข. สารละลายเอ็นอีดีไดไฮโดรคลอไรด์ (NED dihydrochloride)

ละลาย N-(1- Napthyl)-ethylenediamine dihydrochloride 500 มิลลิกรัม ในน้ำกลั่นปลอดประจุ 500 มิลลิลิตร เก็บในขวดสีชา (ต้องเตรียมใหม่ทุกเดือน)

จ. สารละลายสต็อคไนไตรท์ (stock nitrite solution) เข้มข้น 250 มิลลิกรัมต่อลิตร ชั่งโซเดียมไนไตรท์ปริมาณ 1.232 กรัม ละลายในน้ำกลั่นปลอดประจุ และเจือจางเป็น 1000 มิลลิลิตร ดังนั้น สารละลาย 1 มิลลิลิตร มีความเข้มข้น 250 ไมโครกรัมไนโตรเจน เก็บรักษาด้วยการเติมคลอโรฟอร์มปริมาตร 1 มิลลิลิตรลงไป ดูดสารละลายไนไตรท์ปริมาตร 10 มิลลิลิตร ลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 1000 มิลลิลิตร แล้วเติมน้ำกลั่นปลอดประจุให้ครบ 1000 มิลลิลิตร ดังนั้นจะได้ สารละลายมาตรฐานไนไตรท์ 1 มิลลิลิตร มีความเข้มข้น 0.5 ไมโครกรัมไนโตรเจน

2.2 การวิเคราะห์ปริมาณไนไตรท์

ปิเปตตัวอย่างปริมาตร 5 มิลลิลิตรลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร ปรับค่าความเป็นกรดด่างให้ได้ 7 (ค่าความเป็นกรดด่างของตัวอย่างน้ำควรอยู่ระหว่าง 5 ถึง 9) แล้วเติมน้ำกลั่นปลอดประจุให้มีปริมาตรครบ 50 มิลลิลิตร เติมสารละลายซัลฟานิลาไมด์ 0.1 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ 2 ถึง 5 นาทีเพื่อให้เกิดปฏิกิริยา เติมสารละลายเอ็นอีดีไดไฮโดรคลอไรด์ 0.1 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันทันที ตั้งทิ้งไว้ 10 นาที นำไปวัดการดูดกลืนแสงของสารละลายด้วยเครื่อง Spectronic 21 ที่ความยาวคลื่น 543 นาโนเมตร

2.3 การทำกราฟมาตรฐานไนไตรท์

เตรียมสารละลายมาตรฐานโดยปิเปตสารละลายมาตรฐานโซเดียมไนไตรท์ปริมาตร 0 0.1 0.2, 0.4, 0.7, 1.0, 1.4, 1.7, 2.0 และ 2.5 มิลลิลิตร ตามลำดับลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร แล้วเติมน้ำกลั่นปลอดประจุแต่ละความเข้มข้นให้มีปริมาตรครบ 50 มิลลิลิตร จะได้สารละลายที่มีความเข้มข้น 0, 1, 2, 4, 7, 10, 14, 17 และ 25 ไมโครกรัมไนไตรท์ไนโตรเจนต่อลิตร ตามลำดับ วิเคราะห์ตามขั้นตอนในข้อ 2.2 โดยใช้น้ำกลั่นเป็นชุดควบคุมซึ่งไม่เติมสารละลายมาตรฐานโซเดียมไนไตรท์

2.4 วิธีการคำนวณ

$$\text{ปริมาณไนไตรท์ไนโตรเจน (มิลลิกรัมต่อลิตร)} = \frac{A \times B}{C \times S}$$

เมื่อ A คือ ค่าแสดงการดูดกลืนแสงของตัวอย่าง

B คือ ไมโครกรัมไนไตรท์ไนโตรเจนในสารมาตรฐานที่เทียบ

C คือ ค่าแอบสอบแบ้นซ์ของสารมาตรฐาน

S คือ มิลลิลิตรของตัวอย่างที่ใช้

3. การวิเคราะห์ปริมาณไนเตรทโดยวิธี บรูซีน (APHA, 1992)

3.1 **การเตรียมรีเอเจนต์**

ก. สารละลายบรูซีน-กรดซัลฟานิลิก (brucine-sulfanilic acid solution)

ละลายบรูซีนซัลเฟตปริมาณ 1 กรัม และ กรดซัลฟานิลิกปริมาณ 0.1 กรัม ในน้ำกลั่นร้อนปริมาตร 70 มิลลิลิตร เติมกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 3 มิลลิลิตร ทำให้เย็นแล้วเติมน้ำกลั่นให้ครบปริมาตร 100 มิลลิลิตร

ข.สารละลายกรดซัลฟุริก

เทกรดซัลฟุริกเข้มข้น 50 มิลลิตรในน้ำกลั่น แล้วเติมให้มีปริมาตรครบ 125 มิลลิลิตร

ค.สารละลายโซเดียมคลอไรด์

ละลายโซเดียมคลอไรด์ ปริมาณ 300 กรัม ในน้ำกลั่นปลอดประจุ แล้วเติมให้มีปริมาตรครบ 1000 มิลลิลิตร

จ. สต็อคสารละลายไนเตรท (stock nitrate solution)

ละลายแอนไฮดรัสโปแตสเซียมไนเตรท (KNO_3) ปริมาณ 721.8 มิลลิกรัม ในน้ำกลั่นแล้วเจือจางให้เป็น 1000 มิลลิลิตร สารละลายนี้ 1 มิลลิลิตร มีไนเตรทไนโตรเจน 100 ไมโครกรัม หรือ 100 มิลลิกรัมต่อลิตร

ฉ. สารละลายมาตรฐานไนเตรท (standard nitrate solution)

นำสต็อคสารละลายไนเตรทจากข้อ จ มาปริมาตร 10 มิลลิลิตร เจือจางด้วยน้ำกลั่นให้เป็น 1000 มิลลิลิตร สารละลายนี้ 1 มิลลิลิตร มีไนเตรทไนโตรเจน 1 ไมโครกรัม

3.2. **การวิเคราะห์ปริมาณไนเตรท**

นำตัวอย่างน้ำ 10 มิลลิลิตร ในหลอดทดลอง แล้วเติม สารละลายโซเดียมคลอไรด์ปริมาตร 2 มิลลิลิตร ใช้แท่งแก้วคนให้เข้ากัน แล้วเติมกรดซัลฟุริก 10 มิลลิลิตร คนให้ทั่ว นำหลอดที่ร้อนไปแช่น้ำ เมื่อเย็นแล้วเติมสารละลายบรูซีน-กรดซัลฟานิลิก 0.5 มิลลิลิตร นำไปแช่ในอ่างควบคุมอุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที นำมาแช่ในอ่างน้ำเย็น จนมีอุณหภูมิเท่าอุณหภูมิห้อง แล้วนำไปวัดการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง Spectronic 21 ที่ความยาวคลื่น 410 นาโนเมตร

3.3 **การทำกราฟมาตรฐาน**

ดูดสารละลายมาตรฐานไนเตรทที่มีความเข้มข้น 1 ไมโครกรัม ปริมาตร 1, 2, 4, 7 และ 10 มิลลิลิตรใส่ในหลอดทดลองให้แต่ละหลอดมีปริมาตร 10 มิลลิลิตร ซึ่งแต่ละหลอดมีความเข้มข้น 1, 2, 4, 7 และ 10 ไมโครกรัมไนโตรเจน ตามลำดับ วิเคราะห์ตามขั้นตอนในข้อ 3.2 โดยใช้น้ำกลั่นเป็นชุดควบคุม ซึ่งไม่เติมสารละลายมาตรฐานไนเตรท

3.4 **วิธีการคำนวณ**

ปริมาณไนเตรทไนโตรเจน (มิลลิกรัมต่อลิตร) $= \frac{A \times B}{C \times S}$

เมื่อ A คือ ค่าแอบสอบแบ้นซ์ของตัวอย่าง

B คือ ไมโครกรัมไนเตรทไนโตรเจนในสารมาตรฐานที่นำมา

C คือ ค่าแอบสอบแบ้นซ์ของสารมาตรฐาน

S คือ มิลลิลิตรของตัวอย่างที่ใช้

4. Griess-Ilosvay reagent

4.1 **การเตรียมรีเอเจนต์**

ก. สารละลาย A

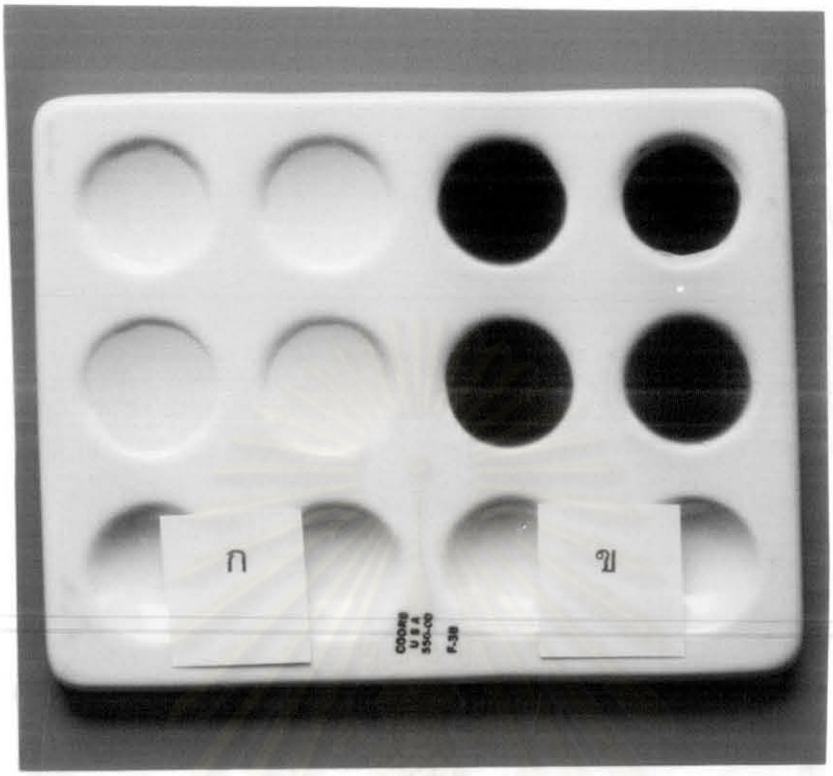
ละลายกรดซัลฟานิลิก 5 มิลลิกรัม ในกรดอะซิติกเข้มข้น 30 เปอร์เซ็นต์ ที่มีปริมาตร 500 มิลลิลิตร ด้วยความร้อน

ข. สารละลาย B

ต้มอัลฟา-เนฟธิลเอมีนปริมาณ 1.5 กรัม ในน้ำกลั่น 350 มิลลิลิตร เป็นเวลา 2 นาที นำไปกรอง แล้วเติมกรดอะซิติกเข้มข้น ให้มีปริมาตรครบ 500 มิลลิลิตร

4.2 **วิธีวิเคราะห์**

หยดสารละลาย A และสารละลาย B ลงใน อาหารเลี้ยงเชื้อ 0.1 มิลลิลิตรที่เตรียมในจานหลุม ถ้าสารละลายเปลี่ยนเป็นสีชมพูหรือสีแดง แสดงว่าพบไนไตรท์ ถ้าไม่เกิดการเปลี่ยนสีแสดงว่าไม่พบไนไตรท์ ดังรูปที่ 52



รูปที่ 53 การเปลี่ยนสีของอาหารเลี้ยงเชื้อเมื่อหยดไนเตรท สปอต เทสต์

ก. อาหารควบคุม

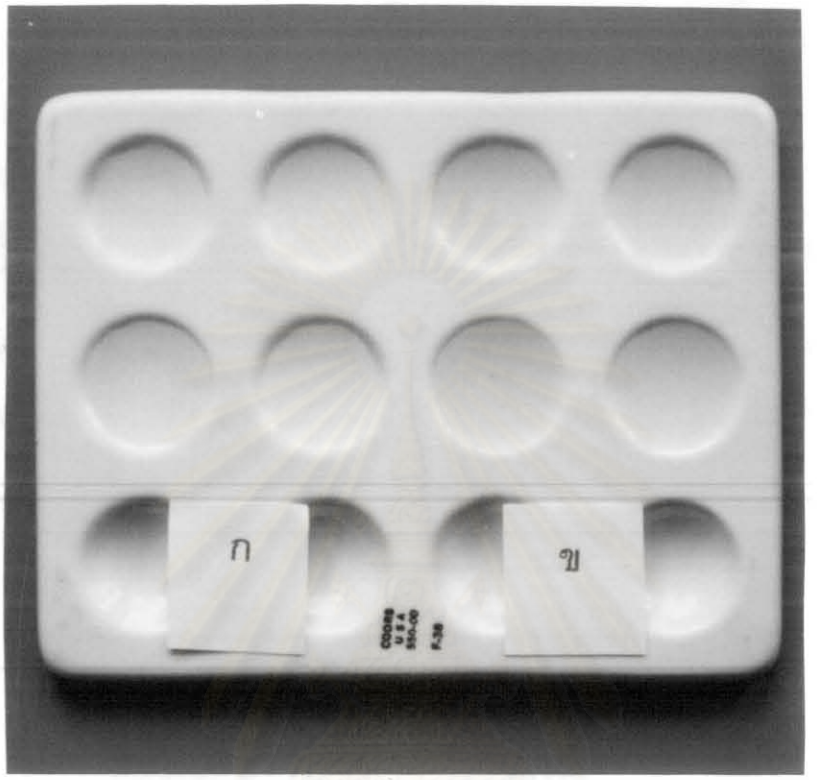
ข. อาหารที่มีการสร้างไนเตรทของแบคทีเรีย

6. การวัดค่าความเป็นกรดด่าง

วัดโดยตรงด้วยเครื่องวัดค่าความเป็นกรดด่าง (pH meter CyberScan) โดยใช้น้ำกลั่นฉีดล้างแท่งแก้วอิเลคโทรดให้สะอาด ใช้กระดาษซับน้ำให้แห้ง จุ่มแท่งแก้วอิเลคโทรดลงในตัวอย่างน้ำ รอให้ ค่าความเป็นกรดด่างคงที่ จึงอ่านค่าที่ได้

7. การวัดการละลายของออกซิเจน (dissolve oxygen)

ใช้ DO meter โดยอาศัยหลักการใช้เมมเบรนอิเลคโทรดในการหาการละลายของออกซิเจน จะประกอบด้วยอิเลคโทรด 2 อัน ที่ทำด้วยโลหะ ภายในบรรจุ สารอิเลคโทรไลท์ (electrolite) ซึ่งแยกจากตัวอย่างน้ำด้วยเมมเบรน ยอมให้ออกซิเจนผ่าน และกั้นไม่ให้สิ่งแปลกปลอมผ่านเข้าไป ในสภาวะที่มีความสมดุล กระแสไฟฟ้า หรือศักย์ไฟฟ้าที่วัดได้ สามารถเทียบความสัมพันธ์ได้กับความเข้มข้นของออกซิเจนละลาย โดยกระแสไฟฟ้าที่แพร่ผ่านเข้าไปจะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับความเข้มข้นของโมเลกุลออกซิเจน



รูปที่ 52 การเปลี่ยนสีของอาหารเลี้ยงเชื้อเมื่อหยด Griess - Ilosvay regent

ก. อาหารเลี้ยงเชื้อควบคุม

ข. อาหารที่มีการสร้างไนไตรท์ของแบคทีเรีย

5. ไนเตรท สปอต เทสต์ (Nitrate Spot Test)

5.1 **การเตรียมรีเอเจนต์**

ละลายไดฟีนิลเอมิน (diphenylamin) ปริมาณ 50 มิลลิกรัม ลงในกรดซัลฟุริคเข้มข้น 25 มิลลิลิตร เก็บในขวดสีชา

5.2 **วิธีวิเคราะห์**

หยดสารละลายไดฟีนิลเอมิน 1 หยด ลงในอาหารเลี้ยงเชื้อ 0.1 มิลลิลิตรที่เตรียมในจานหลุม ถ้าพบไนเตรตอาหารเลี้ยงเชื้อจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน และหากไม่พบไนเตรทอาหารเลี้ยงเชื้อไม่มีการเปลี่ยนสี ดังรูปที่ 53

ภาคผนวก ค

การวิเคราะห์ทางสถิติ

ท่าการวิเคราะห์ค่าทางสถิติโดยใช้โปะะเกรมคอมพิวเตอร์ BANANA ซึ่งมีลำดับขั้นตอนการวิเคราะห์ดังตัวอย่างต่อไปนี้

1.ป้อนข้อมูลเพื่อวิเคราะห์ทางสถิติเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์

2.เลือกวิธีวิเคราะห์ในที่นี้ ใช้แผนทดลอง Completely Randomized Design (CRD)

3. การวิเคราะห์ข้อมูลของคอมพิวเตอร์ จะหาค่า Analysis of variance และ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Ducan's New Multiple Test (DMRT) พร้อมทั้งแสดงข้อมูลดังนี้

Completely Randomized Design

COLUMN	1	2	3	4
Row 1	0.4001	0.3894	0.3901	0.4307
Row 2	0.2422	0.2665	0.2738	0.2114
Row 3	0.1278	0.1213	0.1008	0.1215
Row 4	0.0808	0.1164	0.0794	0.0786

Analysis of variance

SOV	DF	SS	MS	F
TREATMENT	4	0.3561	0.8090	246.7240
ERROR	15	0.0054	0.0004	
TOTAL	19	0.3615		

(CV) = 10.71%

*,** = SIGIFICANT AT 95 %, 99 % LEVEL

TREATMENT DIFFERANCE AT 95 % LEVEL IN DMRT

SORT ON TREATMENT ARRANGMENTS

Treatment 01 = 0.4026a

Treatment 02 = 0.2485b

Treatment 03 = 0.1179c

Treatment 04 = 0.0295c

ตัวอย่างผังการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) จำนวน 4 treatment ชุดการทดลอง 4 ซ้ำ

T_1R_1	T_1R_3	T_1R_2	T_1R_4
T_2R_2	T_2R_3	T_2R_4	T_2R_1
T_3R_4	T_4R_2	T_4R_1	T_4R_4
T_3R_1	T_3R_4	T_3R_2	T_3R_3

T = ทรีตเมนต์ R = ซ้ำที่ โดยที่ n = 1, 2, 3, 4

หมายเหตุ หน่วยการทดลองวางผังในผังการทดลองแบบสุ่ม

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยของข้อมูลโดยวิธี t - Test

ทำการวิเคราะห์ค่าทางสถิติโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ Microsoft Excel ซึ่งมีลำดับขั้นตอนการวิเคราะห์ดังตัวอย่างต่อไปนี้

1. ป้อนข้อมูลเพื่อวิเคราะห์ทางสถิติเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์

2. เลือก Analysis Data ใช้แผนทดลอง t-Test

3. การวิเคราะห์ข้อมูลของคอมพิวเตอร์ จะหาค่า Analysis of variance และ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดย ใช้แผนทดลอง t-Test พร้อมทั้งแสดงข้อมูลดังนี้

t-Test: Two-Sample Assuming Equal Variances

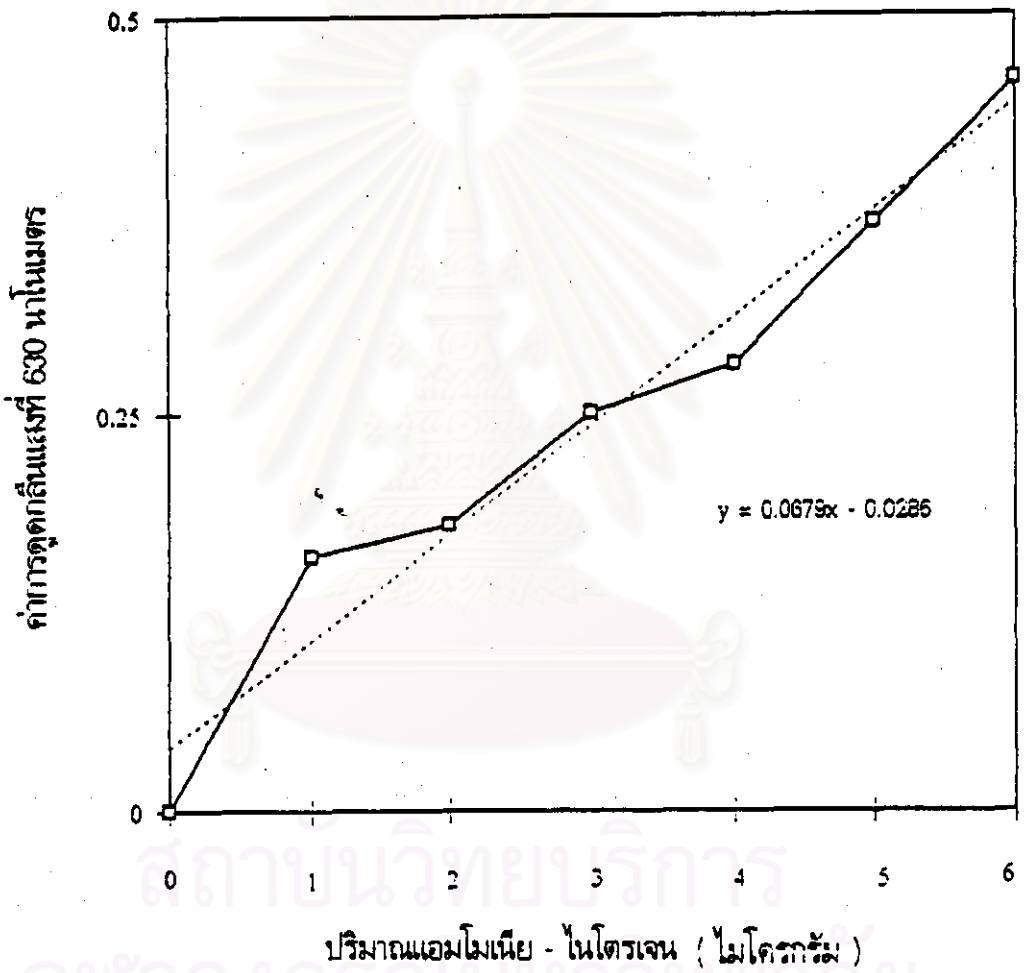
	Variable 1	*Variable 2*
Mean	70.40	29.95
Variance	0.313666667	0.0776
Observations	4	4
Pooled Variance	0.195633333	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	6	
t Stat	129.5896074	
P(T<=t) one-tail	7.11943E-12	
t Critical one-tail	1.943180905	
P(T<=t) two-tail	1.42389E-11	
t Critical two-tail	2.446913641	

	Column1	Column 2	Column3	Column 4
Row 1	70.40	70.46	69.78	71.23
Row 2	29.56	30.16	29.98	30.14

ภาคผนวก ง

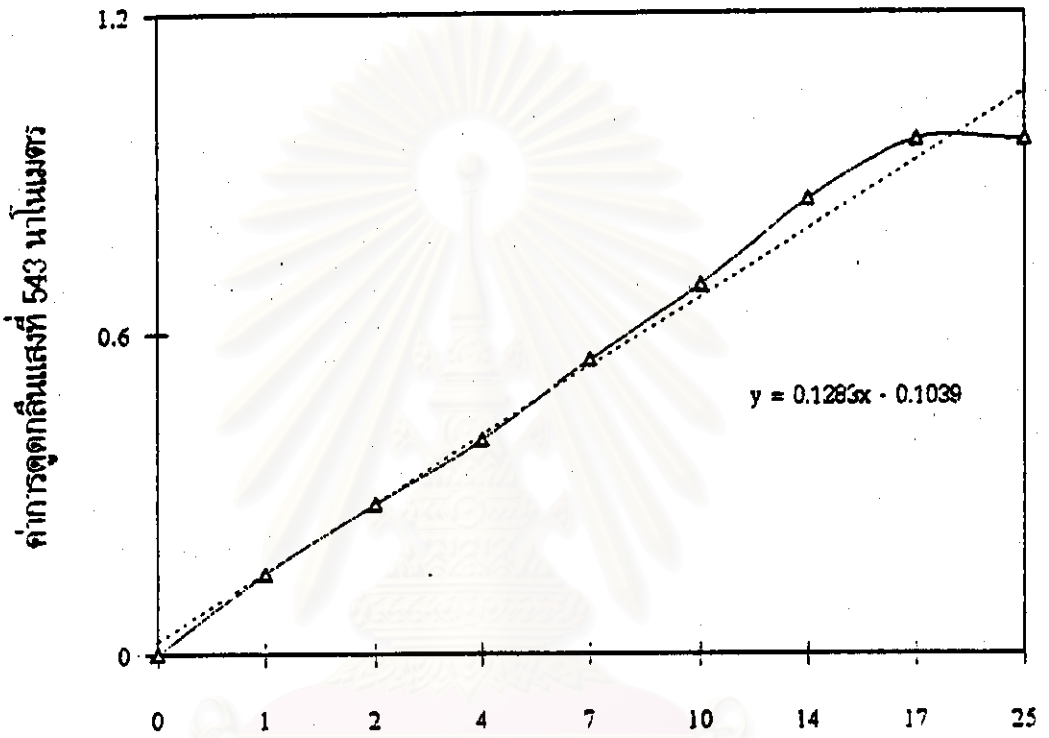
กราฟมาตรฐาน

1 กราฟมาตรฐานสำหรับหาปริมาณแอมโมเนีย



รูปที่ 54 กราฟมาตรฐานแอมโมเนียไนโตรเจนสำหรับหาปริมาณแอมโมเนีย

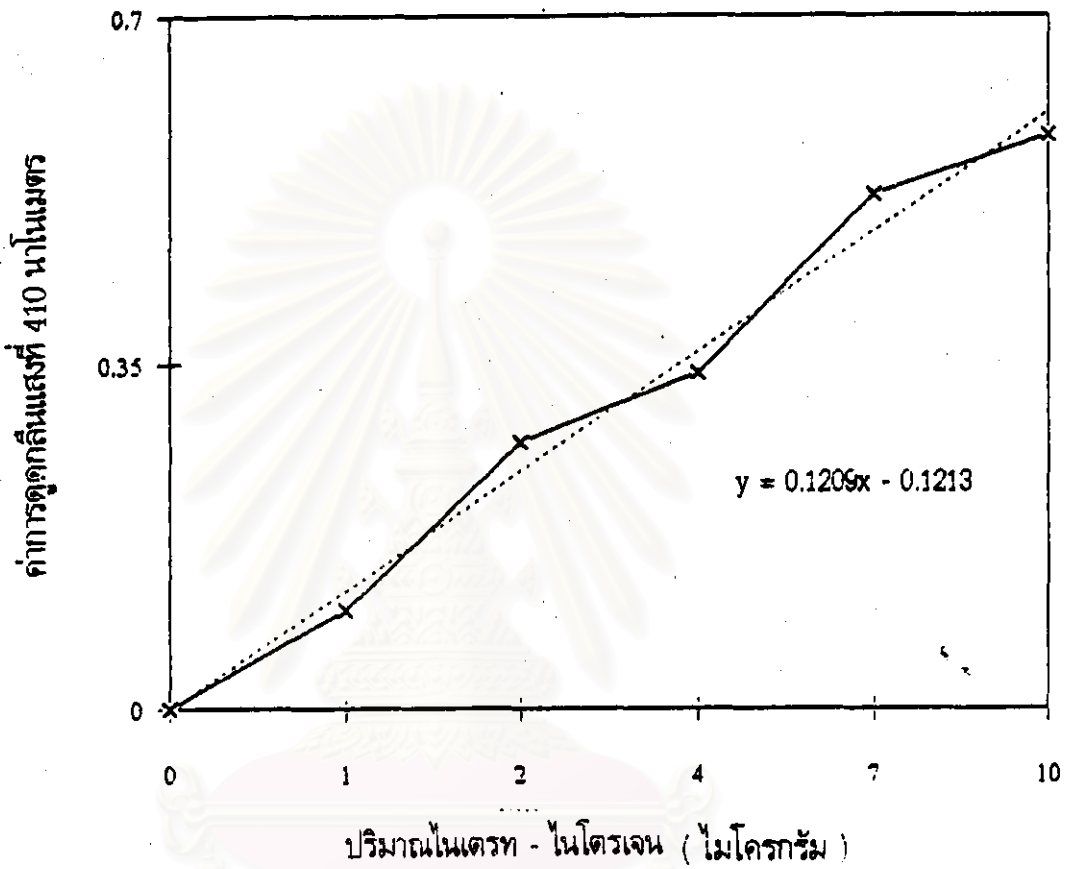
2 กราฟมาตรฐานสำหรับหาปริมาณไนไตรท์



รูปที่ 55 กราฟมาตรฐานไนไตรท์ไนโตรเจนสำหรับหาปริมาณไนไตรท์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

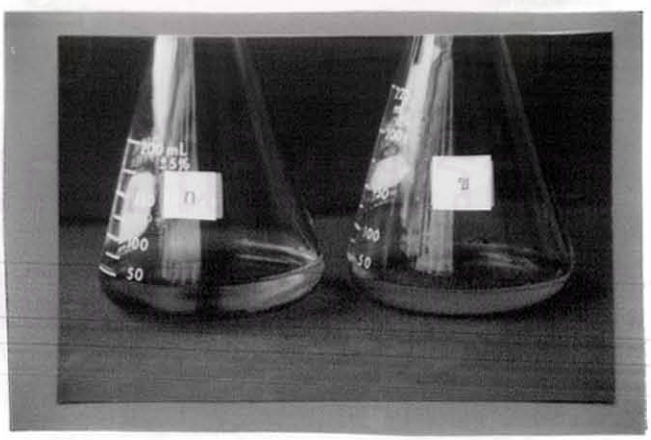
3 กราฟมาตรฐานสำหรับหาปริมาณไนเตรท



รูปที่ 56 กราฟมาตรฐานไนเตรทไนโตรเจนสำหรับหาปริมาณไนเตรท

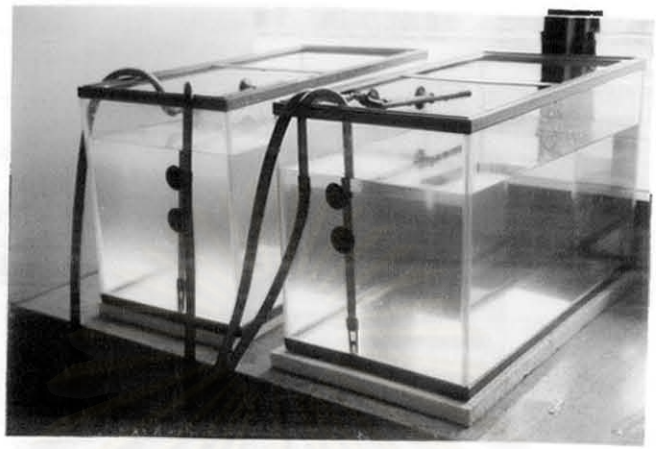
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 57 การเปลี่ยนสีอินดิเคเตอร์เมื่อมีการเจริญของแอมโมเนียออกซิไดซิงแบคทีเรียที่แยกได้จากตัวอย่างน้ำในอาหารเลี้ยงเชื้อสูตร 1 (ก) อาหารเลี้ยงเชื้อที่ไม่มีการเจริญของเชื้อ (ข) อาหารเลี้ยงเชื้อที่มีการเจริญของเชื้อ

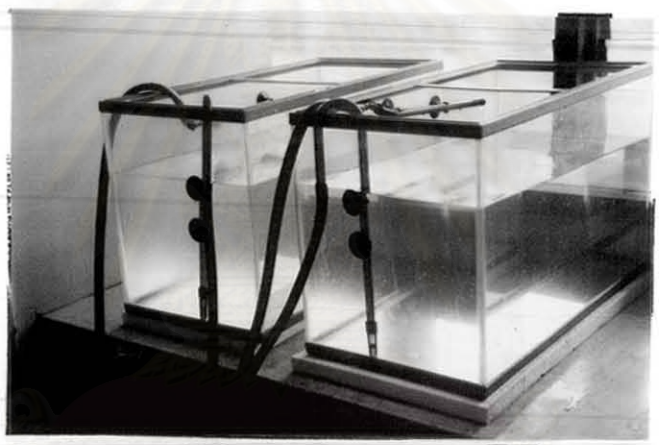


รูปที่ 58 การเปลี่ยนสีอินดิเคเตอร์เมื่อมีการเจริญของแอมโมเนียออกซิไดซิงแบคทีเรียที่แยกได้จากตัวอย่างดะกอนในอาหารเลี้ยงเชื้อสูตร 1 (ก) อาหารเลี้ยงเชื้อที่ไม่มีการเจริญของเชื้อ (ข) อาหารเลี้ยงเชื้อที่มีการเจริญของเชื้อ

ก.



ข.



ค.

รูปที่ 59 การเปลี่ยนแปลงของน้ำกร่อยในระบบรีเซอคูเลชันที่ตรึงเชื้อผสมคีโมออโตโทรฟีคแอมโมเนียออกซิไดซิงแบคทีเรียสายพันธุ์ A7 และคีโมออโตโทรฟีคไนไตรท์ออกซิไดซิงแบคทีเรียสายพันธุ์ N1 กับวัสดุตรึงซีโอไลท์ ทดลองที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 60 วัน

ก. วันที่ 28 ของการทดลอง

ข. วันที่ 42 ของการทดลอง

ค. วันที่ 56 ของการทดลอง

ประวัติผู้วิจัย

นางสาวปิติภรณ์ บัวเจริญ เกิดวันที่ 22 เดือนมีนาคม พ.ศ. 2515 สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาที่โรงเรียนสุราษฎร์พิทยา อำเภอเมือง จังหวัดสุราษฎร์ธานี สำเร็จการศึกษาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาจุลชีววิทยา จากมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา พ.ศ. 2536 และศึกษาต่อในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาจุลชีววิทยาทางอุตสาหกรรม ที่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย พ.ศ. 2537

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย