

## รายการอ้างอิง

### ภาษาไทย

- เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์. 2534. คุณลักษณะของน้ำเสีย วิศวกรรมการกำจัดน้ำเสีย เล่มที่ 1.  
กรุงเทพมหานคร : มินตราการพิมพ์.
- โกมล เข็มมเสมอ. 2541. ประสิทธิภาพในการกำจัดของเสียอินทรีย์จากฟาร์มโคนาคาโดยกระบวนการแอส-  
บิโออาร์แบบแอนแอโรบิก-แอโรบิกซึ่งมีและไม่มีสารอาหารที่ส่งเสริมกระบวนการอิมบิโออาร์.  
วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์-  
มหาวิทยาลัย.
- บุษกร อมรวิทย์. 2542. การควบคุมของกระบวนการกำจัดฟอสฟอรัสทางชีวภาพแบบแอสบิโออาร์ต่อ  
การเติมออกซิเจนในบางส่วนของถังแอกแอโรบิก. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชา  
วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ธงชัย พรรณสวัสดิ์, วีรวรรณ ปัทมาภีรัต, จิราฎ พรพิศุทธิวรกุล, ชัยชา เจริญธรรม, สมชาติ อัครวิดา  
นนท์, ชัยวัฒน์ เครือชะเอม และ สมชาย ภู่อะหงษ์. 2530. น้ำเสียชุมชนและปัญหาผลกระทบทาง  
น้ำในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล. รายงานต่อคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ.
- ธงชัย พรรณสวัสดิ์ และ วิบูลย์ลักษณ์ วิศุทธิศักดิ์, บรรณาธิการ. 2540. คู่มือวิเคราะห์น้ำเสีย. พิมพ์ครั้งที่  
ที่ 3. คณะกรรมการจัดทำคู่มือวิเคราะห์น้ำเสีย, สมาคมวิศวกรสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย.  
กรุงเทพมหานคร: เรือนแก้วการพิมพ์.
- ปรีดา เหล่ารุจิจินดา. 2541. ประสิทธิภาพของกระบวนการกำจัดฟอสฟอรัสทางชีวภาพที่อุณหภูมิต่าง  
กัน. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลง-  
กรณ์มหาวิทยาลัย.
- อำพล เดโชพาณิชย์. 2541. ประสิทธิภาพการกำจัดสารอินทรีย์จากฟาร์มโคนาคาโดยระบบแอสบิโออาร์แบบแอโร-  
บิกและแอนแอโรบิกภายใต้สภาวะการปฏิบัติที่ต่างกัน. วิทยานิพนธ์ปริญญา  
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

บทคัดย่อ

- American Public Health Association. 1995. Standard Methods for the Examination of water and Wastewater., 19<sup>th</sup> ed.
- Barnard, J.L. 1982. The Influence of Nitrogen on Phosphorus Removal in Activated Sludge Plants. Wat. Sci. Tech. 14(1/2) : 31-45.
- Best, A.G. 1983. Biological Treatment with Nutrient Removal. IWPCF, 55 : 494-500.
- Brdjanovic, D., van Loosdrecht, M.C.M., Hooijmans, C.M., Mino, T., Alaerts, G.J. and Heijnen, J.J. 1997. Bioassay for Glycogen Determination in Biological Phosphorus Removal Systems. Proceeding 2<sup>nd</sup> International Conference on Microorganisms in Activated Sludge and Biofilm Processes, Berkley, California, USA., 21-23 July.
- Brdjanovic, D., Slamet, A., van Loosdrecht, M.C.M., Hooijmans, T., Alaerts, G.J. and Heijnen, J.J. 1998. Impact of Excessive Aeration on Biological Phosphorus Removal from Wastewater. Wat. Res. 32(1): 200-208.
- Brdjanovic, D., van Loosdrecht, M.C.M., Hooijmans, T., Alaerts, G.J. and Heijnen, J.J. 1997. Temperature Effects on Physiology of Biological Phosphorus Removal. Jour. Envir. Eng. February : 144-153.
- Brodisch, K.E.U. and Joyner, S.J. 1983. The Role of Micro-organisms other than *Actinetobactor* in Biological Phosphate Removal in Activated Sludge Processes. Wat. Sci. Tech. 15 : 117-125.
- Chaug, S.H., Ouyang, C.F., Yuang, H.C. and You, S.J. 1997. Phosphorus and Polyhydroxyalkanoates Variation in a Combined Process with Activated Sludge and Biofilm. Proceeding 2<sup>nd</sup> International Conference on Microorganisms in Activated Sludge and Biofilm Processes, Berkley, California, USA., 21-23 July.
- Comeau, Y., Hall, K.J., Hancock, R.E.W. and Oldham, W.K. 1986. Biochemical Model for Enhanced Biological Phosphorus Removal. Wat. Res. 20 : 1511-1521.
- Fuhs, G.W. and Chen, M. 1975. Microbiological Basis of Phosphate Removal in the Activated Sludge Process for the Treatment of Wastewater. Microbiol. Ecol. 2 : 119-138.
- Fukase, T., Shibata, M., Miyaji, Y. 1982. Studies on the Mechanism of Biological Phosphorus Removal. Jap. Jour. Wat. Poll. Res. 5 : 309.
- Gardinia, K.S. 1993. Effect of Aeration Time and Fill: React Ratio on Nitrogen Removal in a Sequencing Batch Reactor. Master's Thesis, Asian Institute of Technology.

- Gorska, J.S., Gernaey, K., Demuynck, C., Vanrolleghem, P. and Verstraete, W. 1996. Nitrification Monitoring in Activated Sludge by Oxygen Uptake Rate (OUR) Measurements. Wat. Res. 30 (5) : 1228-1236.
- Grabriel, B. 1994. Wastewater Microbiology. NY : Wiley-Liss, Inc.
- Hong, S.N., Krichten, D., Best, A, and Rachwal, A. 1984. Biological Phosphorus and Nitrogen Removal Via The A/O Process: Recent Experience in The United States and United Kingdom. Wat. Sci. Tech. 16 : 151-172.
- Irvine, R.L. 1979. Sequencing Batch Biological Reactors- An Overview. IWPCF, 51: 182-192.
- Irvine, R.L., Ketchum, L.H., Breyfogle, R. and Barth, E.F. 1983. Municipal Application of Sequencing Batch Treatment. IWPCF, 55(5) : 484-488.
- Jones, P.H., Tadwalkar, A.D. and Hsu, C.L. 1987. Enhanced Uptake of Phosphorus by Activated Sludge- Effect of Substrate Addition. Wat. Res. 21(3) : 301-308.
- Kavanaugh, R.G. and Randall, C.W. 1994. Bacteria Population in a Biological Nutrient Removal Plant. Wat. Sci. Tech. 29(7) : 25-34.
- Kern-Jespersen, J.P. and Henze, M. 1993. Biological Phosphorus Uptake under Anoxic and Aerobic Conditions. Wat. Res. 27(4) : 617-624.
- Kuba, T., van Loosdrecht, M.C.M. and Heijnen, J.J. 1997. Biological Dephosphatation by Activated Sludge under Denitrifying Conditions : pH Influence and Occurrence of Denitrifying Phosphatation in a Full-Scale Wastewater Treatment Plant. Wat. Sci. Tech. 36(12) : 75-82
- Lee, E.Y., Jendrosseck, D., Schirmer, A., Choi, C.Y. and Steinbuchel, A. 1995. Biosynthesis of Copolyester Consisting of 3-hydroxybutyric Acids and Medium-Chain-Length 3-hydroxyalkanoic Acids from 1,3-butanediol or from 3-hydroxybutyrate by *Pseudomonas* sp.A33. Appl. Microbiol. Biotechnol. 42 : 901-909.
- Liu, W.T., Nakamura, K., Matsuo, T. and Mino, T. 1997. Internal Energy-Based Competition between Polyphosphate- and Glycogen-Accumulating Bacteria in Biological Phosphorus Removal Reactors-Effect of P/C Feeding Ratio. Wat. Res. 31 (6) : 1430-1438.
- Matsuo, Y. and Hosobora, K. 1988. An Experimental Study on Anaerobic Aerobic Sludge Process: Characterization of the Phosphate Uptake Reaction. The 3<sup>rd</sup> WPCP/JSWA Joint Technical Seminar on Sewage Treatment Technology, Tokyo.

- Meinhold, J., Pedersen, H., Arnold, E., Isaacs, S. and Henze, M. 1998. Effect of Continuous Addition of an Organic Substrate to the Anoxic Phase on Biological Phosphorus Removal. Wat. Sci. Tech. 38(1) : 97-105.
- Metcalf and Eddy. 1991. Wastewater Engineering : Treatment , Disposal and Reuse. 3<sup>rd</sup> ed., McGraw-Hill, New York.
- Municipal Subcommittee of the Technical Practice Committee. 1998. Biological and Chemical System for Nutrient Removal. Water Environmental Federation, Alexandria, USA.
- Petersen, B., Temmink, H., Henze, M. and Isaacs, S. 1998. Phosphate Uptake Kinetics in Relation to PHB under Aerobic Conditions. Wat. Res. 32(1) : 91-100.
- Randall, C.W., Barnard, J.L. and Stensel, H.D. 1992. Design and Retrofit of Wastewater Treatment Plants for Biological Nutrient Removal. Technomic Publishing Co. Inc., Pennsylvania.
- Randall, C.W. and Chapin, R.W. 1994. Acetic Acid Inhibit of Biological Phosphorus Removal. Proceeding of the Waste Enrichment Federation the 67<sup>th</sup> Annual Conference and Exposition. Chicago, Illinois, USA , October 15-17.
- Satoh, H., Mino, T. and Matsuo, T. 1992. Uptake of Organic Substrates and Accumulation of Polyhydroxyalkanoates Linked with Intracellular Carbohydrates under Anaerobic Condition in The Biological Excess Phosphate Removal Processes. Wat. Sci. Tech. 26: 933-942.
- Satoh, H., Mino, T. and Matsuo, T. 1998. Anaerobic Uptake of Gluconate and Aspartate by Enhanced Biological Phosphorus Removal Activated Sludge. Wat. Sci. Tech. 37(4-5) : 579-582.
- Sedlak, R.I. 1991. Phosphorus and Nitrogen Removal from Municipal Wastewater: Principal and Practice. The Soap and Detergent Association. New York.
- Siebritz, R.I., Ekama, G.A. and Marais G.v.R. 1983. A Parameter Model for Biological Excess Phosphorus Removal. Wat. Sci. Tech. ,15 : 127-152.
- Stevens, G.M., Barnard, J.L. and Rabinowitz, B. 1997. Optimizing Biological Nutrient Removal in Anoxic Zones. Proceeding of BNR3 Conference Biological Nutrient Removal, Australian Water and Wastewater Association Incorporated., Brisbane, Australia, 30 November - 4 December.
- U.S. Environmental Protection Agency. 1986. Summary Report of Sequencing Batch Reactor.
- WEF Manual of Practice. 1992. Integrated Biological Processes for Nutrient Removal. Design of Municipal Wastewater Treatment Plants. 2<sup>nd</sup> ed., New York : Book Press, Inc.

- Wentzel , M.C., Dold, P.L., Ekama, G. and Marais, G.v.R. 1985. Kinetics of Biological Phosphorus Release. Wat. Sci. Tech. 17 : 57-71.
- Wood, L.B., Hurley, B.L. and Matthews, P.J. 1981. Some Observations on the Biochemical and Inhibitor of Nitrification. Wat. Res. 15 : 543-551.
- Yoshitaka, M. and Katsumi, H. 1988. An Experimental Study on Anaerobic/Aerobic Activated Sludge Process. Proceeding 3<sup>rd</sup> WPCE/ISWA., May 12-14 : 86-119.



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



**ภาคผนวก**

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก.

การคำนวณปริมาณสารที่ใช้ในการเตรียมน้ำเสียสังเคราะห์

น้ำเสียสังเคราะห์ที่ใช้ในระบบทั้ง 7 ชนิดมีลักษณะดังต่อไปนี้

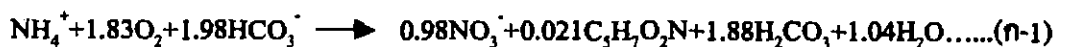
1. น้ำเสียสังเคราะห์ที่มีค่าซีไอดี 87 มก./ล. และฟอสฟอรัส 0 มก./ล.
2. น้ำเสียสังเคราะห์ที่มีค่าซีไอดี 87 มก./ล. และฟอสฟอรัส 15 มก./ล.
3. น้ำเสียสังเคราะห์ที่มีค่าซีไอดี 173 มก./ล. และฟอสฟอรัส 15 มก./ล.
4. น้ำเสียสังเคราะห์ที่มีค่าซีไอดี 346 มก./ล. และฟอสฟอรัส 0 มก./ล.
5. น้ำเสียสังเคราะห์ที่มีค่าซีไอดี 346 มก./ล. และฟอสฟอรัส 15 มก./ล.
6. น้ำเสียสังเคราะห์ที่มีค่าซีไอดี 693 มก./ล. และฟอสฟอรัส 0 มก./ล.
7. น้ำเสียสังเคราะห์ที่มีค่าซีไอดี 693 มก./ล. และฟอสฟอรัส 15 มก./ล.

ในที่นี้จะยกตัวอย่างการคำนวณความเข้มข้นของส่วนประกอบน้ำเสียสังเคราะห์ที่กำหนดให้มีค่าซีไอดี 346 มก./ล. ฟอสฟอรัส 15 มก./ล.

ทั้งนี้จำเป็นต้องมีธาตุอาหารบางชนิดที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตและการทำงานของแบคทีเรียในระบบดังนี้ (Randall, 1996)

เหล็ก	มีอัตราส่วน Fe:COD = 0.4:100
แคลเซียม	มีอัตราส่วน Ca:P (ในหน่วยของโมล) = 0.5:1
แมกนีเซียม	มีอัตราส่วน Mg:P (ในหน่วยของโมล) = 0.25:1

นอกจากนี้ยังต้องเติมสภาพค้างให้เพียงพอต่อความต้องการในกระบวนการในครีฟิเคชัน ซึ่งประมาณ 1.98 โมล ไบคาร์บอเนตต่อไนโตรเจนที่ถูกออกซิไดส์ 1 โมล โดยคิดจากสมการต่อไปนี้



รายละเอียดการคำนวณการหาปริมาณสารต่างๆ ในรูปสารเคมีที่ต้องเติมในระบบมีดังนี้

จากการทดลองหาค่าอัตราส่วนบีไอดีต่อซีไอดีของนิวเทรียนด์บรอนและโซเดียมอะซิเตตพบว่า มีค่าเท่ากับ 0.81 และ 0.88 ตามลำดับ และจากผลการทดลองในห้องปฏิบัติการพบว่านิวเทรียนด์บรอน 1,000 มก./ล. จะให้ค่าซีไอดีเท่ากับ 1,000 มก./ล. และไนโตรเจนเท่ากับ 134 มก./ล.

### 1. ไนโตรเจน

เนื่องจากจะคำนวณหาปริมาณของไนโตรเจนที่ต้องการใช้จากนิวเทรียนด์บรอน โดยกำหนดอัตราส่วนบีไอดีต่อไนโตรเจนในน้ำเสียสังเคราะห์เท่ากับ 100:3 และในตอนแรกกำหนดให้น้ำเสียสังเคราะห์นี้มีค่าบีไอดีเท่ากับ 300 มก./ล.

ต้องใช้ไนโตรเจนจากนิวเทรียนด์บรอนเท่ากับ  $300 \times 3 = 9$  มก./ล.

และถ้าต้องการ ไนโตรเจน 9 มก./ล. จะต้องใช้นิวเทรียนด์บรอน  $= 9 \times 1,000 / 134$  มก./ล.  
 $= 67.16$  มก./ล.

### 2. ซีไอดี

#### 2.1 ค่าซีไอดีจากนิวเทรียนด์บรอน

ในการทดลองนี้ใช้นิวเทรียนด์บรอน 67.16 มก./ล.

ดังนั้นจะได้ซีไอดีจากนิวเทรียนด์บรอนเท่ากับ 67.16 มก./ล.

หรือ คิดเทียบเป็นค่าบีไอดีที่ได้จากนิวเทรียนด์บรอนเท่ากับ  $67.16 \times 0.81 = 54.40$  มก./ล.

#### 2.2 ค่าซีไอดีจากโซเดียมอะซิเตต

ต้องการบีไอดีจากการใช้โซเดียมอะซิเตตอีกเท่ากับ  $300 - 54.4 = 245.6$  มก./ล.

คิดเทียบเป็นค่าซีไอดีที่ได้จากใช้โซเดียมอะซิเตตเท่ากับ  $= 245.6 / 0.88 = 278.09$  มก./ล.

ค่าซีไอดีจากการใช้โซเดียมอะซิเตต สามารถหาได้จากการเตรียม ดังสมการต่อไปนี้





ค่าซีไอดี  $4 \times 32$  มก. ใช้โซเดียมอะซิเตต  $2 \times 136$  มก.

ค่าซีไอดี  $279.09$  มก. ใช้โซเดียมอะซิเตต  $2 \times 136 \times 279.09 / (4 \times 32) = 593.07$  มก.

∴ ต้องเตรียมโซเดียมอะซิเตตเท่ากับ  $593.07$  มก./ถ. เพื่อให้ได้ค่าซีไอดี =  $278.09$  มก./ถ.  
คั่งน้ำหนักไอดีรวมทั้งหมคมิค่าเท่ากับ  $67.16 + 279.09 = 346.25$  มก./ถ.

### 3. ค่าฟอสฟอรัสทั้งหมด

ปริมาณฟอสฟอรัสที่ต้องการเท่ากับ  $15$  มก./ถ.

เดิมฟอสฟอรัสในรูป  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  มีน้ำหนักโมเลกุลเท่ากับ  $136$

ต้องเติม  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  เท่ากับ  $(15 / 31) \times 136 = 65.8$  มก./ถ.

ร้อยละความบริสุทธิ์ของ  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  เท่ากับ  $98$

∴ ต้องเติม  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  เท่ากับ  $65.8 / 0.98 = 67.1$  มก./ถ.

### 4. สภาพค่างในรูปหินปูน

ปริมาณ ไบคาร์บอเนตจากสมการ (ก-1) เท่ากับ  $1.98$  โมลต่อไนโตรเจน  $1$  โมล

ไบคาร์บอเนตมีน้ำหนักโมเลกุลเท่ากับ  $61$

ปริมาณไบคาร์บอเนตที่ต้องการเท่ากับ  $(9 / 14) \times 1.98 \times 61 = 77.64$  มก./ถ.

เดิมไบคาร์บอเนตในรูป  $\text{NaHCO}_3$  มีน้ำหนักโมเลกุลเท่ากับ  $84$

เดิม  $\text{NaHCO}_3$  เท่ากับ  $(77.64 / 61) \times 84 = 106.92$  มก./ถ.

ร้อยละความบริสุทธิ์ของ  $\text{NaHCO}_3$  เท่ากับ  $99.5$

∴ ต้องเติม  $\text{NaHCO}_3$  เท่ากับ  $106.92 / 0.995 = 107.46$  มก./ถ.

### 5. เหล็ก

ปริมาณเหล็กที่ต้องการเท่ากับ  $0.4 \times 346.25 / 100 = 1.385$  มก./ถ.

เดิมเหล็กในรูป  $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  มีน้ำหนักโมเลกุลเท่ากับ  $270.3$

เดิม  $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  เท่ากับ  $(1.385 / 56) \times 270.3 = 6.685$  มก./ถ.

ร้อยละความบริสุทธิ์ของ  $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  เท่ากับ  $99$

ต้องเติม  $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  เท่ากับ  $6.685 / 0.99 = 6.75$  มก./ถ.

เติมในรูปน้ำเข้มข้น 15 ก./ล.

$$\begin{aligned}\therefore \text{ต้องเติม } \text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O} &= (6.75 \times 1000) / (15 \times 1000) \\ &= 0.45 \text{ มก./ล.}\end{aligned}$$

#### 6. แคลเซียม

ฟอสฟอรัส 15 มก./ล. มีค่าเท่ากับ 0.48 ไมล

$$\begin{aligned}\therefore \text{ปริมาณแคลเซียมที่ต้องการ} &= 0.5 \times 0.48 \text{ ไมล} \\ &= 0.24 \text{ ไมล}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{คิดเป็นความเข้มข้น} &= 0.24 \times 40 \text{ มก./ล.} \\ &= 9.6 \text{ มก./ล.}\end{aligned}$$

เติมแคลเซียมในรูป  $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  มีน้ำหนักโมเลกุลเท่ากับ 147

เติม  $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  เท่ากับ  $(9.6 \times 147) / 40 = 35.3$  มก./ล.

ร้อยละความบริสุทธิ์ของ  $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  เท่ากับ 99

ต้องเติม  $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  เท่ากับ  $35.3 / 0.99 = 35.6$  มก./ล.

เติมในรูปน้ำเข้มข้น 100 ก./ล.

$$\begin{aligned}\therefore \text{ต้องเติม } \text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O} &= (35.6 \times 1,000) / (100 \times 1,000) \\ &= 0.36 \text{ มก./ล.}\end{aligned}$$

#### 7. แมกนีเซียม

ฟอสฟอรัส 15 มก./ล. มีค่าเท่ากับ 0.48 ไมล

$$\begin{aligned}\therefore \text{ปริมาณแมกนีเซียมที่ต้องการ} &= 0.25 \times 0.48 \text{ ไมล} \\ &= 0.12 \text{ ไมล}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{คิดเป็นความเข้มข้น} &= 0.12 \times 24.3 \text{ มก./ล.} \\ &= 2.9 \text{ มก./ล.}\end{aligned}$$

เติมแมกนีเซียมในรูป  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  มีน้ำหนักโมเลกุลเท่ากับ 246.5

เติม  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  เท่ากับ  $(2.9 \times 246.5) / 24.3 = 29.4$  มก./ล.

ร้อยละความบริสุทธิ์ของ  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  เท่ากับ 99.5

ต้องเติม  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  เท่ากับ  $29.4 / 0.995 = 29.6$  มก./ล.

เติมในรูปน้ำเข้มข้น 100 ก./ล.

$$\begin{aligned}\therefore \text{ต้องเติม } \text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O} &= (29.6 \times 1,000) / (100 \times 1,000) \\ &= 0.30 \text{ มก./ล.}\end{aligned}$$



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## ภาคผนวก ข.

### ข้อมูลผลการทดลอง

การทดลองทั้งหมดในการวิจัยนี้ทำในห้องปฏิบัติการของภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะ  
วิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยข้อมูลผลการทดลองของแต่ละชุดทดลองนั้นแสดงดังนี้

ตาราง ข-1 ผลการทดลองชุดควบคุม 6:1

ตาราง ข-2 ผลการทดลองชุดควบคุม 12:1

ตาราง ข-3 ผลการทดลองชุดควบคุม 24:1

ตาราง ข-4 ผลการทดลองชุดควบคุม 48:1

ตาราง ข-5 ผลการทดลองชุดทดสอบ 6:1@AER

ตาราง ข-6 ผลการทดลองชุดทดสอบ 24:1@AER

ตาราง ข-7 ผลการทดลองชุดทดสอบ 48:1@AER

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**ตาราง ข-1 ชุดการทดลองที่ 1**

**อัตราส่วนอาร์บีซีโอดีต่อฟอสฟอรัสเท่ากับ 6:1**

**ผลการทดลองวัดค่าอุณหภูมิ**

วันเดือนปี	ลำดับวัน	สถานะของระบบ	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)			
			แอมเอโรบิก	แอโรบิก	แอมอกซิก	
16/6/99	1		28.2	28.1	28.2	
22/6/99	7		28.3	28.1	28.1	
24/6/99	9		28.8	28.9	28.8	
28/6/99	13		28.9	28.9	29.0	
30/6/99	15		28.6	28.5	28.5	
5/7/99	20		29.8	29.9	29.9	
12/7/99	27		28.6	28.5	28.6	
14/7/99	29		28.7	28.6	28.7	
19/7/99	34		29.2	29.0	29.1	
22/7/99	37		28.6	28.6	28.4	
23/7/99	38		29.1	28.9	29.1	
29/7/99	44		27.5	27.6	27.4	
2/8/99	48	เริ่มสถานะคงตัว	27.3	27.4	27.6	
5/8/99	51		27.7	27.6	27.6	
9/8/99	55		27.9	28.1	28.2	
11/8/99	57		28.4	28.3	28.2	
17/8/99	63		28.2	28.3	28.3	
19/8/99	65		27.7	28.0	27.6	
23/8/99	69		28.5	28.3	28.4	
26/8/99	72		28.4	28.2	28.3	
30/8/99	76		28.4	28.5	28.5	
2/9/99	79		28.8	29.0	29.3	
6/9/99	83		28.4	28.7	28.5	
ค่าเฉลี่ย*			28.2	28.2	28.2	
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน*			0.45	0.45	0.50	

หมายเหตุ \* คำนวณเฉพาะช่วงสถานะคงตัว (2 ส.ก. - 6 ก.ย. 42)

**ตาราง ข-1 ชุดการทดลองที่ 1**

**อัตราส่วนอาร์บีซีโอคิด่อุณหภูมิที่ 6:1**

**ผลการทดลองวัดค่าออกซิเจนละลาย**

วัน/เดือน/ปี	ลำดับวัน	สภาวะของระบบ	ออกซิเจนละลาย (มก./ล.)		
			แอมแอมโรบิก	แอมโรบิก	แอมออกซิก
16/6/99	1		0.08	6.10	2.43
22/6/99	7		0.07	6.15	2.51
24/6/99	9		0.09	5.99	2.46
28/6/99	13		0.13	6.23	2.58
30/6/99	15		0.10	6.40	2.44
5/7/99	20		0.07	6.18	2.35
12/7/99	27		0.06	6.20	2.41
14/7/99	29		0.08	6.24	2.23
19/7/99	34		0.05	6.21	2.25
22/7/99	37		0.07	6.31	2.8
23/7/99	38		0.07	6.40	2.79
29/7/99	44		0.05	6.28	2.84
2/8/99	48	เริ่มสถานะคงตัว	0.06	6.28	2.89
5/8/99	51		0.06	6.43	3.10
9/8/99	55		0.08	6.37	2.88
11/8/99	57		0.05	6.23	2.97
17/8/99	63		0.07	6.36	2.94
19/8/99	65		0.08	6.45	2.85
23/8/99	69		0.07	6.57	2.91
26/8/99	72		0.08	6.39	2.86
30/8/99	76		0.06	6.43	2.87
2/9/99	79		0.08	6.41	2.88
6/9/99	83		0.07	6.45	2.93
ค่าเฉลี่ย*			0.07	6.40	2.92
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน*			0.01	0.09	0.07

หมายเหตุ \* จำนวนเฉพาะช่วงสถานะคงตัว (2 ส.ค. - 6 ก.ย. 42)

**ตาราง ข-1 ชุดการทดลองที่ 1**

**อัตราส่วนอาร์บีซีโอดีต่อฟอสฟอรัสเท่ากับ 6:1**

**ผลการทดลองวัดค่าไออาร์ที**

วันเดือนปี	ลำดับวัน	สถานะของระบบ	ไออาร์ที (มิลลิโวลท์)		
			แชนแอโรบิก	แอโรบิก	แชนออกซิก
16/6/99	1		-24	74	68
22/6/99	7		-21	72	65
24/6/99	9		-24	74	73
28/6/99	13		-25	77	75
30/6/99	15		-22	80	76
5/7/99	20		-24	80	80
12/7/99	27		-17	89	85
14/7/99	29		-21	84	83
19/7/99	34		-20	84	82
22/7/99	37		-22	84	81
23/7/99	39		-23	83	83
29/7/99	44		-26	88	84
2/8/99	48	เริ่มสถานะคงตัว	-26	91	90
5/8/99	51		-30	86	83
9/8/99	55		-32	89	87
11/8/99	57		-33	84	81
17/8/99	63		-31	83	80
19/8/99	65		-32	80	76
23/8/99	69		-33	82	79
26/8/99	72		-30	86	82
30/8/99	76		-28	85	83
2/9/99	79		-29	85	82
6/9/99	83		-30	84	81
ค่าเฉลี่ย*			-30	85	82
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน*			2.23	3.08	3.76

หมายเหตุ \* คำนวณเฉพาะช่วงสถานะคงตัว (2 ต.ค. - 6 ก.ย. 42)

**ตาราง ข-1 ชุดการทดลองที่ 1**

**อัตราส่วนอาร์บีซีไอคือฟอสฟอรัสเท่ากับ 6:1**

**ผลการทดลองวัดค่าสภาพต่างทั้งหมดและสภาพต่างกรอง**

วัน/เดือน/ปี	ลำดับวัน	สภาวะของระบบ	สภาพต่าง (มก./ล.)		
			น้ำเข้า**	แวนแวนไรบิก	แวนไรบิก
16/6/99	1		98	143	124
22/6/99	7		112	153	128
30/6/99	14		108	162	136
5/7/99	20		118	148	130
12/7/99	27		114	158	148
19/7/99	34		112	154	144
26/7/99	41		110	150	132
2/8/99	48		เริ่มสถานะคงตัว	102	156
9/8/99	55		105	149	131
16/8/99	62		100	150	127
23/8/99	69		103	152	128
30/8/99	76		101	146	123
6/9/99	83		99	146	127
ค่าเฉลี่ย*			102	150	127
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน*			2.16	3.84	2.58

หมายเหตุ \* จำนวนเฉพาะช่วงสถานะคงตัว (2 ส.ก. - 6 ก.ช. 42)

\*\* เฉพาะน้ำเข้าเป็นค่าสภาพต่างทั้งหมด ส่วนตัวอย่างอื่นๆเป็นค่าสภาพต่างกรอง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



**ตาราง ข-1 ชุดการทดลองที่ 1**

**อัตราส่วนอาร์บีซีไอคือฟอสฟอรัสเท่ากับ 6:1**

**ผลการทดลองวัดค่าพีเอช**

วัน/เดือน/ปี	ลำดับวัน	สภาวะของระบบ	พีเอช				
			น้ำจืด	แอนแอโรบิก	แอโรบิก	น้ำทิ้ง	แอนออกซิก
16/6/99	1		6.70	7.03	7.72	7.75	7.41
22/6/99	7		6.69	7.44	7.92	7.95	7.65
24/6/99	9		6.72	7.35	7.94	7.97	7.63
28/6/99	13		6.63	7.52	8.03	8.06	7.70
30/6/99	15		6.68	7.49	8.10	8.13	7.72
5/7/99	20		6.67	7.28	7.99	8.00	7.69
12/7/99	27		6.70	7.26	7.95	7.97	7.62
14/7/99	29		6.69	7.21	7.92	7.96	7.60
19/7/99	34		6.72	7.19	7.94	7.96	7.62
22/7/99	37		6.75	7.25	7.91	7.93	7.53
23/7/99	38		6.70	7.21	8.04	8.06	7.59
29/7/99	44		6.70	7.24	8.03	8.05	7.55
2/8/99	48	เริ่มตกตะกอน	6.69	7.30	8.04	8.03	7.62
5/8/99	51		6.75	7.25	7.96	7.99	7.60
9/8/99	55		6.70	7.32	8.03	8.04	7.67
11/8/99	57		6.74	7.33	8.08	8.09	7.60
17/8/99	63		6.69	7.30	8.07	8.08	7.64
19/8/99	65		6.70	7.27	8.04	8.06	7.54
23/8/99	69		6.75	7.28	8.06	8.07	7.53
26/8/99	72		6.73	7.29	8.04	8.05	7.58
30/8/99	76		6.70	7.27	8.07	8.08	7.54
2/9/99	79		6.71	7.25	8.04	8.06	7.53
6/9/99	83		6.72	7.32	8.05	8.06	7.54
ค่าเฉลี่ย*			6.72	7.29	8.04	8.06	7.58
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน*			0.02	0.03	0.03	0.03	0.05

หมายเหตุ \* คำนวณเฉพาะช่วงสถานะคงตัว (2 ส.ค. - 6 ก.ย. 42)

**ตาราง ข-1 ชุดการทดลองที่ 1**

**อัตราส่วนอาร์บีซีโอคือฟอสฟอรัสเท่ากับ 6:1**

**ผลการทดลองวัดเอ็มแอลเอสเอสและเอ็มแอลวีเอสเอส**

วันเดือนปี	ลำดับวัน	สภาวะของระบบ	เอ็มแอลเอสเอส (มก./ล.)	เอ็มแอลวีเอสเอส (มก./ล.)	อัตราส่วน MLSS:MLVSS
16/6/99	1		590	380	0.64
22/6/99	7		690	500	0.72
24/6/99	9		620	370	0.60
28/6/99	13		530	330	0.62
30/6/99	15		540	420	0.78
5/7/99	20		670	530	0.79
12/7/99	27		660	550	0.83
14/7/99	29		510	360	0.71
19/7/99	34		500	380	0.76
22/7/99	37		480	380	0.79
23/7/99	38		520	360	0.69
29/7/99	44		520	410	0.79
2/8/99	48	เริ่มสถานะคงตัว	470	380	0.81
5/8/99	51		490	380	0.78
9/8/99	55		480	370	0.77
11/8/99	57		490	380	0.78
17/8/99	63		520	390	0.75
19/8/99	65		510	390	0.76
23/8/99	69		520	390	0.75
26/8/99	72		480	380	0.79
30/8/99	76		500	390	0.78
2/9/99	79		490	370	0.76
6/9/99	83		480	370	0.77
ค่าเฉลี่ย*			494	381	0.77
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน*			16.90	8.31	0.02

หมายเหตุ \* จำนวนเฉพาะช่วงสถานะคงตัว (2 ส.ค. - 6 ก.ย. 42)

ตาราง ข-1 ชุดการทดลองที่ 1

อัตราส่วนอาร์บีซีไอคือฟอสฟอรัสเท่ากับ 6:1

ผลการทดลองวัดค่าของแข็งแขวนลอย เอสวี30 และเอสวีไอ

วันเดือนปี	ลำดับวัน	สภาวะของระบบ	ของแข็งแขวนลอย (มก./ล.)	เอสวี30 (มล./ล.)	เอสวีไอ (มล./ล.)
16/6/99	1		15	75	127
22/6/99	7		15	85	123
24/6/99	9		10	65	105
28/6/99	13		10	50	94
30/6/99	15		10	50	93
5/7/99	20		10	70	104
12/7/99	27		10	65	98
14/7/99	29		10	50	98
19/7/99	34		5	40	80
22/7/99	37		10	45	94
23/7/99	38		5	45	86
29/7/99	44		5	40	77
2/8/99	48	เริ่มสถานะคงตัว	5	30	74
5/8/99	51		5	40	81
9/8/99	55		5	35	73
11/8/99	59		5	35	71
17/8/99	63		5	40	78
19/8/99	65		5	40	78
23/8/99	69		5	40	78
26/8/99	72		5	35	73
30/8/99	76		5	35	70
2/9/99	79		5	35	71
6/9/99	83		5	35	73
ค่าเฉลี่ย*			5	36	75
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน*			0.00	3.23	3.62

หมายเหตุ \* จำนวนเฉพาะช่วงสถานะคงตัว (2 ส.ก. - 6 ก.ย. 42)

**ตาราง ข-1 ชุดการทดลองที่ 1**

**อัตราส่วนอาร์บีซีไอดีต่อฟอสฟอรัสเท่ากับ 6:1**

**ผลการทดลองวัดค่ากรดไขมันแห้งทั้งหมดและกรดไขมันแห้งย่อย (วิธีไทเทรต)**

วัน/เดือน/ปี	ลำดับวัน	สภาวะของระบบ	กรดไขมันแห้งย่อย (มก./ล.)		
			น้ำเข้า**	แอนแอโรบิก	แอโรบิก
16/6/99	1		74	14	11
22/6/99	7		76	21	12
30/6/99	15		77	21	11
5/7/99	20		76	17	14
12/7/99	27		80	21	11
19/7/99	34		84	14	4
26/7/99	41		84	17	4
2/8/99	48	เริ่มสถานะคงตัว	78	10	4
9/8/99	55		80	10	4
16/8/99	62		84	11	8
23/8/99	69		76	14	8
30/8/99	76		82	10	4
6/9/99	83		80	11	6
ค่าเฉลี่ย*			81	12	7
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน*			3.42	1.73	1.91

หมายเหตุ \* คำนวณเฉพาะช่วงสถานะคงตัว (2 ส.ค. - 6 ก.ย. 42)

\*\* เฉพาะน้ำเข้าเป็นค่ากรดไขมันแห้งทั้งหมด ส่วนตัวอย่างอื่นๆเป็นค่ากรดไขมันย่อย

**ตาราง ๖-1 ชุดการทดลองที่ 1**

**อัตราส่วนอาร์บีซีโอคิต่อฟอสฟอรัสเท่ากับ 6:1**

**ผลการทดลองวัดซีโอคิตั้งหมดและซีโอคิตรง**

วัน/เดือน/ปี	ลำดับวัน	สภาวะของระบบ	ซีโอคิต (มก./ล.)		
			น้ำเข้า**	แอนแอโรบิก	แอโรบิก
16/6/99	1		93	0	3
22/6/99	7		91	14	3
30/6/99	15		92	3	3
5/7/99	20		97	10	10
12/7/99	27		93	0	0
19/7/99	34		96	10	10
26/7/99	41		89	8	0
2/8/99	48		เริ่มสถานะคงตัว	88	4
9/8/99	55		85	0	0
16/8/99	62		86	4	0
23/8/99	69		87	4	0
30/8/99	76		87	4	0
6/9/99	83		86	0	0
ค่าเฉลี่ย*			87	3	0
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน*			1.05	2.07	0.00

หมายเหตุ \* จำนวนเฉพาะช่วงสถานะคงตัว (2 ส.ก. - 6 ก.ย. 42)

\*\* เฉพาะน้ำเข้าเป็นค่าซีโอคิตั้งหมด ส่วนตัวอย่างอื่นๆเป็นค่าซีโอคิตรง

**ตาราง ข-1 ชุดการทดลองที่ 1**

**อัตราส่วนอาร์บีซีไอดีต่อฟอสฟอรัสเท่ากับ 6:1**

**ผลการทดลองวัดค่าที่เคเอ็น**

วัน/เดือน/ปี	ลำดับวัน	สถานะของระบบ	ทีเคเอ็น (มก./ต.)		
			น้ำเข้า	แอนแอโรบิก	แอโรบิก
16/6/99	1		2.6	0.8	0.6
22/6/99	7		2.3	0.3	0.3
30/6/99	15		2.3	0.8	0.6
5/7/99	20		2.3	0.3	0.0
12/7/99	27		2.3	0.8	0.0
19/7/99	34		2.3	0.3	0.0
26/7/99	41		2.3	0.0	0.0
2/8/99	48	เริ่มสถานะคงตัว	2.4	0.3	0.0
9/8/99	55		2.2	0.3	0.0
16/8/99	62		2.3	0.6	0.3
23/8/99	69		2.4	0.6	0.0
30/8/99	76		2.3	0.6	0.0
6/9/99	83		2.3	0.3	0.0
ค่าเฉลี่ย*			2.3	0.4	0.0
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน*			0.09	0.16	0.11

หมายเหตุ \* ค่าเฉพาะช่วงสถานะคงตัว (2 ส.ค. - 6 ก.ย. 42)

**ตาราง ๖-1 ชุดการทดลองที่ 1**

**อัตราส่วนอาร์บีซีไอคือฟอสฟอรัสเท่ากับ 6:1**

**ผลการทดลองวัดไนโตรเจน และไนเตรด**

วัน/เดือน/ปี	ลำดับวัน	สภาวะของระบบ	ไนโตรเจน (มก./ล.)		ไนเตรด (มก./ล.)	
			แอมโมเนีย	แอมโมเนียม	แอมโมเนีย	แอมโมเนียม
16/6/99	1		0.00	0.00	0.20	0.34
22/6/99	7		0.00	0.00	0.00	0.11
30/6/99	15		0.00	0.00	0.00	0.04
5/7/99	20		0.00	0.00	0.27	0.63
12/7/99	27		0.00	0.00	0.23	0.41
19/7/99	34		0.01	0.01	0.18	0.47
26/7/99	41		0.01	0.00	0.27	0.54
2/8/99	48		เริ่มสถานะคงตัว	0.00	0.00	0.50
9/8/99	55		0.01	0.00	0.54	0.45
16/8/99	62		0.01	0.00	0.43	0.32
23/8/99	69		0.01	0.00	0.43	0.32
30/8/99	76		0.01	0.01	0.29	0.25
6/9/99	83		0.01	0.00	0.32	0.23
ค่าเฉลี่ย*			0.01	0.00	0.42	0.30
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน*			0.00	0.00	0.10	0.08

หมายเหตุ \* ค่าเฉลี่ยเฉพาะช่วงสถานะคงตัว (2 ส.ค. - 6 ก.ย. 42)

**ตาราง ๗-1 ชุดการทดลองที่ 1**

**อัตราส่วนอาร์บีซีโอดีต่อฟอสฟอรัสเท่ากับ 6:1**

**ผลการทดลองวัดค่าฟอสฟอรัส**

วัน/เดือน/ปี	ลำดับวัน	สภาวะของระบบ	ฟอสฟอรัสทั้งหมด (มก./ถ.)		
			น้ำจืด	แอนมอโรบิก	แอโรบิก
16/6/99	1		15.2	15.9	13.5
22/6/99	7		15.3	16.7	12.9
24/6/99	9		14.6	15.4	13.8
28/6/99	13		15.3	18.1	13.2
30/6/99	15		14.8	21.1	10.8
5/7/99	20		14.8	21.5	9.5
12/7/99	27		15.2	23.1	9.8
14/7/99	29		15.3	19.4	10.7
19/7/99	34		14.5	20.4	11.5
22/7/99	37		14.9	19.7	11.1
23/7/99	38		15.1	21.3	11.4
29/7/99	44		14.9	22.4	10.9
2/8/99	48	เริ่มสถานะคงตัว	14.6	21.8	11.9
5/8/99	51		15.3	22.4	11.5
9/8/99	55		14.8	22.8	11.7
11/8/99	57		15.1	22.6	12.0
17/8/99	63		14.9	22.3	11.8
19/8/99	65		15.2	22.9	11.6
23/8/99	69		15.0	23.1	11.4
26/8/99	72		14.8	23.2	11.3
30/8/99	76		15.1	22.6	11.6
2/9/99	79		14.8	22.1	11.5
6/9/99	83		15.3	21.7	11.7
ค่าเฉลี่ย*			15.0	22.5	11.6
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน*			0.23	0.50	0.21

หมายเหตุ \* คำนวณเฉพาะช่วงสถานะคงตัว (2 ส.ค. - 6 ก.ย. 42)



**ตาราง ข-1 ชุดการทดลองที่ 1**

**อัตราส่วนอาร์บีซีโอคือฟอสฟอรัสเท่ากับ 6:1**

**ผลการทดลองวัดค่าออกซิเจนละลายและไออาร์พีที่สถานะคงตัวและเก็บผลตามเวลา**

เวลา (นาที)	สถานะของระบบ	ออกซิเจนละลาย (มก./ล.)	ไออาร์พี (มิลลิโวลต์)
5	แวนแอโรบิก	0.10	58
15		0.10	24
30		0.10	-5
60		0.08	-8
90		0.08	-11
120		0.07	-31
135	แอโรบิก	4.33	45
150		4.73	63
180		6.08	75
240		6.17	80
300		6.28	84
360		6.44	88
400	ตกตะกอน	3.42	89
405	ระบายน้ำเสียทิ้ง	3.56	90
420	แวนออกซิก	3.98	88
450		3.24	88
480		2.87	85

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**ตาราง ข-1 ชุดการทดลองที่ 1**

**อัตราส่วนระหว่างอาร์บีซีโอดีคือฟอสฟอรัสเท่ากับ 6:1**

**ผลการทดลองวัดค่าซีโอดีและกรดไขมันระเหยง่ายที่สถานะคงตัวและเก็บผลตามเวลา**

เวลา (นาที)	สถานะของระบบ	ซีโอดี (มก./ถ.)	กรดไขมันระเหยง่าย (มก./ถ.)
-	น้ำเข้า*	88	67
5	แอนแอโรบิก	55	46
15		44	10
30		40	0
60		22	0
120		15	0
135	แอโรบิก	7	0
150		7	0
180		4	0
240		4	0
300		0	0
360		0	0

หมายเหตุ \* เฉพาะน้ำเข้าเป็นค่าซีโอดีและกรดไขมันระเหยง่ายทั้งหมด ส่วนตัวอย่างอื่นๆเป็นค่าซีโอดีและกรดไขมันระเหยง่ายกรอง

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**ตาราง ๖-1 ชุดการทดลองที่ 1**

**อัตราส่วนอาร์บิกไอดีค่อฟอสฟอรัสเท่ากับ 6:1**

**ผลการทดลองวัดค่าฟอสฟอรัสที่สถานะคงตัวและเก็บผลตามเวลา**

เวลา (นาที)	สถานะของระบบ	ฟอสฟอรัส (มก./ล.)
-	น้ำเข้า*	15.0
5	แอมเอโรบิก	11.7
15		13.6
30		16.2
60		20.6
120		22.9
135	แอโรบิก	22.9
150		19.9
180		19.5
240		14.8
300		12.6
360		11.7

หมายเหตุ \* เฉพาะน้ำเข้าเป็นค่าฟอสฟอรัสทั้งหมด ส่วนตัวอย่างอื่นๆเป็นค่าฟอสฟอรัสละลาย

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**ตาราง ข-1 ชุดการทดลองที่ 1**

**อัตราส่วนระหว่างอาร์บีซีไอคืออัตราส่วนเท่ากับ 6:1**

**ผลการทดลองหาค่าพีเอชเอในซอด้ที่สถานะคงตัวและเก็บผลตามเวลา**

เวลา (นาที)	สถานะของระบบ	พีเอชเอในเซลล์ (มก.พีเอชเอ/ก.วีเอสเอส)	พีเอชเอในระบบ (มก.พีเอชเอ/ล.)*
5	↑ แอนแอโรบิก	189	72
30		266	102
60		330	126
120		349	133
180	↓ แอโรบิก	259	99
240		202	77
300		175	67
360		174	66

หมายเหตุ \* ค่าพีเอชเอในระบบ (มก.พีเอชเอ/ล.) = ค่าพีเอชเอในเซลล์ (มก.พีเอชเอ/ก.วีเอสเอส)

x ค่าเอ็มแอตวีเอสเอสที่สถานะคงตัว (ก./ล.)

ค่าเอ็มแอตวีเอสเอสที่สถานะคงตัว = 0.382 ก./ล.

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ตาราง ๔-2 ชุดการทดลองที่ 2

อัตราส่วนอาร์บีซีโอดีคือฟอสฟอรัสเท่ากับ 12:1

ผลการทดลองวัดค่าอุณหภูมิจ

วันเดือนปี	ลำดับวัน	สภาวะของระบบ	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)		
			แอนแอโรบิก	แอโรบิก	แอนอกซิก
16/6/99	1		28.0	28.1	28.1
22/6/99	7		28.3	28.0	27.9
24/6/99	9		28.8	28.9	28.8
28/6/99	13		28.9	29.1	29.1
30/6/99	15		28.5	28.4	28.5
5/7/99	20		29.8	29.9	29.5
12/7/99	27		28.6	28.5	28.6
14/7/99	29		28.7	28.9	28.7
19/7/99	34		29.2	29.0	29.1
22/7/99	37		28.5	28.6	28.7
23/7/99	38		29.1	28.9	29.1
29/7/99	44		27.5	27.6	27.4
2/8/99	48	เริ่มสถานะคงตัว	27.3	27.2	27.0
5/8/99	51		27.7	27.5	27.6
9/8/99	55		27.9	28.1	28.0
11/8/99	57		28.0	28.3	28.2
17/8/99	63		28.2	28.0	28.0
19/8/99	65		27.7	27.8	27.6
23/8/99	69		28.1	28.3	28.1
26/8/99	72		28.2	28.2	28.3
30/8/99	76		28.4	28.5	28.5
2/9/99	79		28.8	28.8	28.9
6/9/99	83		28.4	28.3	28.3
ค่าเฉลี่ย*			28.1	28.1	28.0
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน*			0.41	0.45	0.51

หมายเหตุ \* คำนวณเฉพาะช่วงสถานะคงตัว (2 ส.ท. - 6 ก.ย. 42)

**ตาราง ๕-2 ชุดการทดลองที่ 2**

**อัตราส่วนอาร์บีซีไอคี่ต่อไฮโดรฟอรัสเท่ากับ 12:1**

**ผลการทดลองวัดค่าออกซิเจนละลาย**

วัน/เดือน/ปี	ลำดับวัน	สภาวะของระบบ	ออกซิเจนละลาย (มก./ล.)		
			แอมโม ไรบิก	แอม ไรบิก	แอมออกซิก
16/6/99	1		0.08	6.12	0.20
22/6/99	7		0.08	5.74	0.17
24/6/99	9		0.08	5.88	0.19
28/6/99	13		0.12	5.94	0.25
30/6/99	15		0.10	5.98	0.19
5/7/99	20		0.06	6.12	0.30
12/7/99	27		0.07	6.07	0.21
14/7/99	29		0.04	5.97	0.24
19/7/99	34		0.06	5.99	0.22
22/7/99	37		0.08	6.24	0.31
23/7/99	38		0.07	5.94	0.29
29/7/99	44		0.07	6.12	0.31
2/8/99	48	เริ่มสถานะคงตัว	0.06	6.21	0.24
5/8/99	51		0.05	6.10	0.27
9/8/99	55		0.06	6.05	0.22
11/8/99	57		0.07	6.24	0.32
17/8/99	63		0.08	6.14	0.26
19/8/99	65		0.08	6.11	0.27
23/8/99	69		0.07	6.14	0.28
26/8/99	72		0.06	6.07	0.26
30/8/99	76		0.05	6.03	0.28
2/9/99	79		0.07	6.09	0.31
6/9/99	83		0.07	6.11	0.25
ค่าเฉลี่ย*			0.07	6.12	0.27
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน*			0.01	0.06	0.03

หมายเหตุ \* ค่าเฉพาะช่วงสถานะคงตัว (2 ส.ก. - 6 ก.ย. 42)

**ตาราง ข-2 ชุดการทดลองที่ 2**

**อัตราส่วนอาร์บีซีโอคือฟอสฟอรัสเท่ากับ 12:1**

**ผลการทดลองวัดค่าไออาร์พี**

วัน/เดือน/ปี	ถ้าดับวัน	สภาวะของระบบ	ไออาร์พี (มิลลิโวลท์)		
			แอนแอโรบิก	แอโรบิก	แชนออกซิก
16/6/99	1		-38	64	10
22/6/99	7		-41	81	34
24/6/99	9		-54	83	25
28/6/99	13		-43	94	21
30/6/99	15		-57	84	11
5/7/99	20		-48	92	12
12/7/99	27		-60	100	32
14/7/99	29		-63	96	19
19/7/99	34		-59	97	24
22/7/99	37		-64	101	23
23/7/99	39		-68	94	15
29/7/99	44		-70	98	21
2/8/99	48	เริ่มสถานะคงตัว	-68	94	11
5/8/99	51		-64	93	12
9/8/99	55		-69	92	13
11/8/99	57		-70	94	14
17/8/99	63		-67	91	10
19/8/99	65		-68	93	13
23/8/99	69		-63	98	11
26/8/99	72		-62	91	15
30/8/99	76		-59	95	16
2/9/99	79		-64	93	14
6/9/99	83		-64	94	14
ค่าเฉลี่ย*			-65	93	13
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน*			3.38	1.97	1.84

หมายเหตุ \* จำนวนเฉพาะช่วงสถานะคงตัว (2 ส.ก. - 6 ก.ย. 42)



**ตาราง ข-2 ชุดการทดลองที่ 2**

**อัตราส่วนอาร์บีซีโอดีคือฟอสฟอรัสเท่ากับ 12:1**

**ผลการทดลองวัดค่าสภาพค่างทั้งหมดและสภาพค่างกรอง**

วัน/เดือน/ปี	ลำดับวัน	สถานะของระบบ	สภาพค่าง (มก./ท.)		
			น้ำเข้า**	แอมโมโรบิก	แอมโรบิก
16/6/99	1		197	243	210
22/6/99	7		184	224	206
30/6/99	14		175	218	200
5/7/99	20		182	243	217
12/7/99	27		194	240	213
19/7/99	34		182	232	209
26/7/99	41		185	224	201
2/8/99	48		เริ่มสถานะคงตัว	185	230
9/8/99	55		179	223	197
16/8/99	62		180	223	205
23/8/99	69		172	220	194
30/8/99	76		178	212	195
6/9/99	83		171	214	190
ค่าเฉลี่ย*			178	220	198
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน*			5.24	6.59	7.20

หมายเหตุ \* คำนวณเฉพาะช่วงสถานะคงตัว (2 ส.ค. - 6 ก.ย. 42)

\*\* เฉพาะน้ำเข้าเป็นค่าสภาพค่างทั้งหมด ส่วนตัวอย่างอื่นๆเป็นค่าสภาพค่างกรอง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**ตาราง ข-2 ชุดการทดลองที่ 2**

**อัตราส่วนอาร์บีซีโอดีต่อฟอสฟอรัสเท่ากับ 12:1**

**ผลการทดลองวัดค่าพีเอช**

วันเดือนปี	ลำดับวัน	สถานะของระบบ	พีเอช				
			น้ำจืด	แอนแอโรบิก	แอโรบิก	น้ำทิ้ง	แอนออกซิก
16/6/99	1		6.81	7.45	8.13	8.15	7.82
22/6/99	7		6.85	7.46	8.18	8.21	7.91
24/6/99	9		6.78	7.45	8.20	8.22	7.91
28/6/99	13		6.82	7.45	8.18	8.21	7.89
30/6/99	15		6.80	7.45	8.13	8.16	7.85
5/7/99	20		6.80	7.45	8.19	8.20	7.89
12/7/99	27		6.79	7.37	8.14	8.16	7.86
14/7/99	29		6.82	7.39	8.12	8.13	7.87
19/7/99	34		6.78	7.43	8.10	8.11	7.81
22/7/99	37		6.79	7.45	8.12	8.14	7.84
23/7/99	38		6.82	7.46	8.13	8.16	7.89
29/7/99	44		6.78	7.41	8.16	8.17	7.88
2/8/99	48	เริ่มสถานะคงตัว	6.82	7.44	8.20	8.24	7.89
5/8/99	51		6.78	7.39	8.25	8.26	7.90
9/8/99	55		6.78	7.43	8.23	8.25	7.89
11/8/99	57		6.81	7.46	8.28	8.26	7.94
17/8/99	63		6.79	7.50	8.26	8.30	7.92
19/8/99	65		6.81	7.50	8.28	8.31	7.91
23/8/99	69		6.80	7.49	8.25	8.28	7.87
26/8/99	72		6.85	7.45	8.23	8.25	7.90
30/8/99	76		6.87	7.49	8.24	8.27	7.89
2/9/99	79		6.87	7.46	8.22	8.24	7.86
6/9/99	83		6.82	7.45	8.24	8.26	7.87
ค่าเฉลี่ย*			6.82	7.46	8.24	8.27	7.89
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน*			0.03	0.03	0.02	0.02	0.02

หมายเหตุ \* จำนวนเฉพาะช่วงสถานะคงตัว (2 ต.ค. - 6 ก.ย. 42)

**ตาราง ข-2 ชุดการทดลองที่ 2**

**อัตราส่วนอาร์บีซีไอคือฟอสฟอรัสเท่ากับ 12:1**

**ผลการทดลองวัดเอ็มแอลเอสเอสและเอ็มแอลวีเอสเอส**

วันเดือนปี	ลำดับวัน	สภาวะของระบบ	เอ็มแอลเอสเอส (มก./ล.)	เอ็มแอลวีเอสเอส (มก./ล.)	อัตราส่วน MLSS:MLVSS
16/6/99	1		1,510	1,270	0.84
22/6/99	7		1,350	1,090	0.81
24/6/99	9		1,420	1,170	0.82
28/6/99	13		1,230	900	0.73
30/6/99	15		1,250	980	0.78
5/7/99	20		1,280	990	0.77
12/7/99	27		1,790	1,270	0.71
14/7/99	29		1,700	1,240	0.73
19/7/99	34		1,730	1,330	0.77
22/7/99	37		1,330	1,060	0.80
23/7/99	38		1,320	1,010	0.77
29/7/99	44		1,200	1,050	0.88
2/8/99	48	เริ่มสถานะคงตัว	1,370	1,150	0.84
5/8/99	51		1,310	1,090	0.83
9/8/99	55		1,540	1,200	0.78
11/8/99	57		1,470	1,150	0.78
17/8/99	63		1,430	1,080	0.76
19/8/99	65		1,400	1,120	0.80
23/8/99	69		1,450	1,140	0.79
26/8/99	72		1,340	1,050	0.78
30/8/99	76		1,380	1,110	0.80
2/9/99	79		1,370	1,070	0.78
6/9/99	83		1,410	1,100	0.78
ค่าเฉลี่ย*			1,406	1,115	0.79
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน*			64.39	43.21	0.02

หมายเหตุ \* คำนวณเฉพาะช่วงสถานะคงตัว (2 ส.ค. - 6 ก.ย. 42)

## ตาราง ข-2 ชุดการทดลองที่ 2

อัตราส่วนอาร์บีซีโอคือต่อฟอสฟอรัสเท่ากับ 12:1

ผลการทดลองวัดค่าของแข็งแขวนลอย เอตวี30 และเอตวีไอ

วันเดือนปี	ลำดับวัน	สภาวะของระบบ	ของแข็งแขวนลอย (มก./ล.)	เอตวี30 (มล./ล.)	เอตวีไอ (มล./ล.)
16/6/99	1		20	130	86
22/6/99	7		15	110	63
24/6/99	9		15	120	84
28/6/99	13		10	90	73
30/6/99	15		15	110	88
5/7/99	20		10	90	70
12/7/99	27		15	140	78
14/7/99	29		10	130	76
19/7/99	34		15	135	78
22/7/99	37		10	100	75
23/7/99	38		10	80	61
29/7/99	44		15	75	62
2/8/99	48	เริ่มสถานะคงตัว	10	80	58
5/8/99	51		10	75	57
9/8/99	55		15	90	58
11/8/99	59		10	85	58
17/8/99	63		15	85	59
19/8/99	65		10	80	57
23/8/99	69		10	85	59
26/8/99	72		15	80	60
30/8/99	76		10	80	58
2/9/99	79		10	80	58
6/9/99	83		15	85	60
ค่าเฉลี่ย*			12	82	58
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน*			2.52	4.10	1.03

หมายเหตุ \* คำนวณเฉพาะช่วงสถานะคงตัว (2 ส.ก. - 6 ก.ย. 42)

**ตาราง ข-2 ชุดการทดลองที่ 2**

**อัตราส่วนอาร์บีซีโอดีต่อฟอสฟอรัสเท่ากับ 12:1**

**ผลการทดลองวัดค่ากรดไขมันทั้งหมดและกรดไขมันย่อยกรอง (วิธีไทเทรต)**

วัน/เดือน/ปี	ลำดับวัน	สถานะของระบบ	กรดไขมันย่อย (มก./ล.)		
			น้ำเข้า**	แอนแอโรบิก	แอโรบิก
16/6/99	1		185	21	11
22/6/99	7		181	34	12
30/6/99	15		180	21	11
5/7/99	20		183	25	21
12/7/99	27		188	28	12
19/7/99	34		181	17	11
26/7/99	41		174	32	11
2/8/99	48		เริ่มสถานะคงตัว	170	17
9/8/99	55		173	11	11
16/8/99	62		175	17	11
23/8/99	69		180	14	11
30/8/99	76		170	17	11
6/9/99	83		175	17	14
ค่าเฉลี่ย*			174	16	12
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน*			3.76	2.51	1.55

หมายเหตุ \* จำนวนเฉพาะช่วงสถานะคงตัว (2 ส.ก. - 6 ก.ย. 42)

\*\* เฉพาะน้ำเข้าเป็นค่ากรดไขมันย่อยทั้งหมด ส่วนตัวอย่างอื่นๆเป็นค่ากรดไขมันย่อยกรอง

**ตาราง ข-2 ชุดการทดลองที่ 2**

**อัตราส่วนอาร์บีซีโอดีต่อฟอสฟอรัสเท่ากับ 12:1**

**ผลการทดลองวัดซีโอดีทั้งหมดและซีโอดีกรอง**

วันเดือนปี	ลำดับวัน	สถานะของระบบ	ซีโอดี (มก./ถ.)		
			น้ำเข้า**	แอนแอโรบิก	แอโรบิก
16/6/99	1		144	14	14
22/6/99	7		159	0	3
30/6/99	15		180	14	10
5/7/99	20		178	10	7
12/7/99	27		176	3	0
19/7/99	34		165	15	15
26/7/99	41		175	10	0
2/8/99	48	เริ่มสถานะคงตัว	174	11	4
9/8/99	55		180	4	0
16/8/99	62		180	12	4
23/8/99	69		173	11	0
30/8/99	76		180	11	0
6/9/99	83		178	7	0
ค่าเฉลี่ย*			178	9	1
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน*			3.21	3.14	2.07

หมายเหตุ \* คำนวณเฉพาะช่วงสถานะคงตัว (2 ต.ค. - 6 ก.ย. 42)

\*\* เฉพาะน้ำเข้าเป็นค่าซีโอดีทั้งหมด ส่วนตัวอย่างอื่นๆเป็นค่าซีโอดีกรอง

**ตาราง ข-2 ชุดการทดลองที่ 2**

**อัตราส่วนอาร์บีซีโอดีต่อฟอสฟอรัสเท่ากับ 12:1**

**ผลการทดลองวัดค่าทีเคเอ็น**

วัน/เดือน/ปี	ลำดับวัน	สถานะของระบบ	ทีเคเอ็น (มก./ล.)		
			น้ำเข้า	แอนแอโรบิก	แอโรบิก
16/6/99	1		5.1	0.8	0.3
22/6/99	7		4.8	0.3	0.0
30/6/99	15		4.8	0.8	0.6
5/7/99	20		4.6	0.3	0.0
12/7/99	27		4.8	0.8	0.0
19/7/99	34		4.6	0.3	0.0
26/7/99	41		4.6	0.0	0.0
2/8/99	48		เริ่มสถานะคงตัว	4.6	0.6
9/8/99	55		4.8	0.8	0.3
16/8/99	62		4.0	0.6	0.0
23/8/99	69		4.3	0.6	0.0
30/8/99	76		4.6	0.8	0.3
6/9/99	83		4.8	0.8	0.3
ค่าเฉลี่ย*			4.5	0.7	0.2
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน*			0.30	0.14	0.14

หมายเหตุ \* คำนวณเฉพาะช่วงสถานะคงตัว (2 ส.ท. - 6 ก.ย. 42)

**ตาราง 1-2 ชุดการทดลองที่ 2**

**อัตราส่วนอาร์บีซีไอคือต่อฟอสฟอรัสเท่ากับ 12:1**

**ผลการทดลองวัดไนโตรเจนและไนเตรต**

วัน/เดือน/ปี	ลำดับวัน	สถานะของระบบ	ไนโตรเจน (มก./ล.)		ไนเตรต (มก./ล.)	
			แอมโมเนีย	แอมโมเนียม	แอมโมเนีย	แอมโมเนียม
16/6/99	1		0.00	0.00	0.11	0.20
22/6/99	7		0.00	0.00	0.05	0.00
30/6/99	15		0.00	0.00	0.56	0.00
5/7/99	20		0.00	0.00	0.38	0.27
12/7/99	27		0.00	0.00	0.23	0.00
19/7/99	34		0.01	0.01	0.23	0.11
26/7/99	41		0.01	0.00	0.23	0.07
2/8/99	48		เริ่มสถานะคงตัว	0.00	0.00	0.25
9/8/99	55		0.01	0.00	0.23	0.05
16/8/99	62		0.01	0.00	0.20	0.00
23/8/99	69		0.01	0.00	0.25	0.00
30/8/99	76		0.01	0.01	0.23	0.00
6/9/99	83		0.01	0.00	0.00	0.00
ค่าเฉลี่ย*			0.01	0.00	0.19	0.01
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน*			0.00	0.00	0.10	0.02

หมายเหตุ\* จำนวนเฉพาะช่วงสถานะคงตัว (2 ส.ก. - 6 ก.ย. 42)



**ตาราง ๒-๒ ชุดการทดลองที่ ๒**

**อัตราส่วนอาร์บีจีไอดีคือฟอสฟอรัสเท่ากับ 12:1**

**ผลการทดลองวัดค่าฟอสฟอรัส**

วันเดือนปี	ลำดับวัน	สภาวะของระบบ	ฟอสฟอรัสทั้งหมด (มก./ก.)		
			น้ำเข้า	แอนแอโรบิก	แอโรบิก
16/6/99	1		13.7	25.3	9.1
22/6/99	7		15.6	21.5	8.3
24/6/99	9		15.2	20.9	9.8
28/6/99	13		14.8	20.8	8.9
30/6/99	15		14.8	30	3.3
5/7/99	20		14.5	31.8	4
12/7/99	27		14	29.7	4.3
14/7/99	29		13.4	23.7	6.4
19/7/99	34		14.7	24.8	7.0
22/7/99	37		15.6	28.5	5.6
23/7/99	38		15.3	28.3	6.9
29/7/99	44		14.4	31.7	7.2
2/8/99	48	เริ่มสถานะคงตัว	14.7	31.6	8.3
5/8/99	51		14.9	31.0	8.7
9/8/99	55		14.8	31.7	8.4
11/8/99	57		14.7	30.5	8.6
17/8/99	63		15.5	31.6	8.5
19/8/99	65		14.8	31.4	8.9
23/8/99	69		15.1	30.4	8.7
26/8/99	72		14.7	30.3	8.3
30/8/99	76		14.8	31.6	8.8
2/9/99	79		15.5	30.8	8.9
6/9/99	83		14.8	31.4	8.5
ค่าเฉลี่ย*			14.9	31.1	8.6
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน*			0.30	0.54	0.22

หมายเหตุ \* คำนวณเฉพาะช่วงสถานะคงตัว (2 ส.ก.- 6 ก.ย. 42)

**ตาราง ข-2 ชุดการทดลองที่ 2**

**อัตราส่วนอาร์บีซีไอคือค่าอัตราเร็วเท่ากับ 12:1**

**ผลการทดลองวัดค่าออกซิเจนละลายและไออาร์พีที่สถานะคงตัวและเก็บผลตามเวลา**

เวลา (นาที)	สถานะของระบบ	ออกซิเจนละลาย (มก./ล.)	ไออาร์พี (มิลลิวัตต์)
5	แวนแอโรบิก	0.10	-9
15		0.10	-15
30		0.09	-21
60		0.08	-28
90		0.08	-46
120		0.07	-66
135	แอโรบิก	5.41	44
150		5.53	69
180		5.70	73
240		5.84	83
300		5.99	90
360		6.01	90
400	ตกตะกอน	3.28	84
405	ระบายน้ำเสียทิ้ง	3.25	72
420	แวนออกซิก	1.2	49
450		0.34	18
480		0.26	15

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**ตาราง ๗-2** ชุดการทดลองที่ 2

อัตราส่วนระหว่างอาร์บีซีโอดีต่อฟอสฟอรัสเท่ากับ 12:1

ผลการทดลองวัดค่าซีโอดีและกรดไขมันระเหยง่ายที่สถานะคงตัวและเก็บผลตามเวลา

เวลา (นาที)	สถานะของระบบ	ซีโอดี (มก./ก.)	กรดไขมันระเหยง่าย (มก./ก.)
-	น้ำเข้า*	172	135
5	↑ แอนแอโรบิก	95	82
15		70	31
30		40	15
60		7	0
120		7	0
135	↓ แอโรบิก	7	0
150		4	0
180		7	0
240		7	0
300		4	0
360		0	0

หมายเหตุ \* เฉพาะน้ำเข้าเป็นค่าซีโอดีและกรดไขมันระเหยง่ายทั้งหมด ส่วนตัวอย่างอื่นๆเป็นค่าซีโอดีและกรดไขมันระเหยง่ายกรอง

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**ตาราง ข-2 ชุดการทดลองที่ 2**

**อัตราส่วนอาร์บีซีไอคือฟอสฟอรัสเท่ากับ 12:1**

**ผลการทดลองวัดค่าฟอสฟอรัสที่สถานะคงตัวและเก็บผลตามเวลา**

เวลา (นาที)	สถานะของระบบ	ฟอสฟอรัส (มก./ก.)
-	น้ำเข้า*	15.0
5	แอนแอโรบิก	12.1
15		15.3
30		20.6
60		26.1
120		32.5
135	แอโรบิก	30.1
150		24.3
180		19.8
240		12.0
300		10.4
360		8.7

หมายเหตุ \* เฉพาะน้ำเข้าเป็นค่าฟอสฟอรัสทั้งหมด ส่วนตัวอย่างอื่นๆเป็นค่าฟอสฟอรัสละลาย

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**ตาราง ข-2 ชุดการทดลองที่ 2**

**อัตราส่วนระหว่างอาร์บีซีคือฟอสฟอรัสเท่ากับ 12:1**

**ผลการทดลองหาค่าพีเอชเอในเซลล์ที่สถานะคงตัวและเก็บผลตามเวลา**

เวลา (นาที)	สถานะของระบบ	พีเอชเอ ในเซลล์ (มก.พีเอชเอ/ก.วีเอสเอส)	พีเอชเอในระบบ (มก.พีเอชเอ/ก.)*
5	↑ แอนแอโรบิก ↓	154	169
30		172	189
60		253	278
120		259	284
180	↑ แอโรบิก ↓	226	248
240		183	201
300		164	180
360		155	170

หมายเหตุ \* ค่าพีเอชเอในระบบ (มก.พีเอชเอ/ก.) = ค่าพีเอชเอในเซลล์ (มก.พีเอชเอ/ก.วีเอสเอส)

x ค่าเอ็มแอลวีเอสเอสที่สถานะคงตัว (ก./ก.)


ค่าเอ็มแอลวีเอสเอสที่สถานะคงตัว = 1.098 ก./ก.

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**ตาราง ข-2 ชุดการทดลองที่ 2**

**อัตราส่วนอาร์บีซีไอคือฟอสฟอรัสเท่ากับ 12:1**

**ผลการทดลองหาค่าฟอสฟอรัสละลายและที่เอชเอของชุดทดลองแบบแบบค้ำที่มีการเติมฟอสฟอรัสที่ปลายช่วงแอนโรบิกเท่ากับ 0, 22.5 และ 67.5 มก./ล.**

เวลา (นาท)	สภาวะ ของระบบ	ฟอสฟอรัสละลาย(มก./ล.)			พีเอชเอ (มก.พีเอชเอ/ล.)		
		P=0	P=22.5	P=67.5	P=0	P=22.5	P=67.5
0	ก่อนเติม P*	30.3	30.6	32.7	284	270	288
0	หลังเติม P  แอนโรบิก		45.9	78.4			
15		25.5	37.2	69.9			
30		23.1	30.4	58.6		240	179
60		16.0	26	44.6	210	202	130
120		12.4	14.9	34.6	203	123	111
180		11.5	14.3	24.2	200	126	
240		10.3	11.8	19.3	190	92	79
300		9.2	12	19.7	177	80	67
360		7.8	11.2	17.7	172	73	55

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**ตาราง ข-3 ชุดการทดลองที่ 3**

**อัตราส่วนอาร์บีซีไอคืออัตราต่ออัตราเท่ากับ 24:1**

**ผลการทดลองวัดค่าอุณหภูมิ**

วัน/เดือน/ปี	ลำดับวัน	สถานะของระบบ	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)		
			แอนแอโรบิก	แอโรบิก	แอนออกซิก
16/6/99	1		28.0	28.1	27.9
22/6/99	7		27.9	28.0	27.9
24/6/99	9		28.8	29.0	28.3
28/6/99	13		28.9	29.0	28.9
30/6/99	15		29.1	29.0	28.9
5/7/99	20		29.7	29.8	29.6
12/7/99	27		28.5	28.5	28.4
14/7/99	34		28.9	29.1	29.2
19/7/99	36		29.1	28.9	28.9
22/7/99	37		28.4	28.5	28.4
23/7/99	38		28.7	28.5	28.4
29/7/99	44		27.4	27.5	27.3
2/8/99	48	เริ่มสถานะคงตัว	27.2	27.0	26.8
5/8/99	51		27.9	27.8	27.8
9/8/99	55		27.0	27.1	26.9
11/8/99	57		27.5	27.7	27.6
17/8/99	63		27.7	27.8	27.6
19/8/99	65		28.2	28.2	27.8
23/8/99	69		28.4	28.4	28.4
26/8/99	72		28.5	28.4	28.4
30/8/99	76		27.7	27.9	28.0
2/9/99	79		28.4	28.4	28.3
6/9/99	83		28.3	28.3	28.2
ค่าเฉลี่ย*			27.9	27.9	27.8
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน*			0.51	0.50	0.55

หมายเหตุ \* คำนวณเฉพาะช่วงสถานะคงตัว (2 ส.ก. - 6 ก.ย. 42)

## ตาราง ข-3 ชุดการทดลองที่ 3

อัตราส่วนอาร์บีซีไอคือฟอสฟอรัสเท่ากับ 24:1

ผลการทดลองวัดค่าออกซิเจนละลาย

วัน/เดือน/ปี	ลำดับวัน	สภาวะของระบบ	ออกซิเจนละลาย (มก./ก.)		
			แอนแอโรบิก	แอโรบิก	แอนออกซิก
16/6/99	1		0.04	6.17	0.12
22/6/99	7		0.08	6.16	0.15
24/6/99	9		0.07	6.28	0.24
28/6/99	13		0.06	6.13	0.21
30/6/99	15		0.05	6.16	0.30
5/7/99	20		0.06	6.18	0.24
12/7/99	27		0.07	6.23	0.23
14/7/99	29		0.10	6.22	0.25
19/7/99	34		0.08	6.23	0.20
22/7/99	37		0.09	6.06	0.24
23/7/99	38		0.04	6.31	0.16
29/7/99	44		0.06	6.26	0.21
2/8/99	48	เริ่มสถานะคงตัว	0.05	6.37	0.19
5/8/99	51		0.08	6.40	0.21
9/8/99	55		0.07	6.38	0.24
11/8/99	57		0.06	6.30	0.23
17/8/99	63		0.06	6.43	0.14
19/8/99	65		0.05	6.47	0.13
23/8/99	69		0.07	6.46	0.13
26/8/99	72		0.06	6.46	0.15
30/8/99	76		0.05	6.40	0.20
2/9/99	79		0.06	6.37	0.15
6/9/99	83		0.06	6.42	0.23
ค่าเฉลี่ย*			0.06	6.41	0.18
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน*			0.01	0.05	0.04

หมายเหตุ \* กำหนดเฉพาะช่วงสถานะคงตัว (2 ส.ค. - 6 ก.ย. 42)



**ตาราง ข-3 ชุดการทดลองที่ 3**

**อัตราส่วนอาร์บีซีไอคืออัตราไรต์เท่ากับ 24:1**

**ผลการทดลองวัดค่าไออาร์พี**

วันเดือนปี	ลำดับวัน	สถานะของระบบ	ไออาร์พี (มิลลิโวลท์)		
			แอนแอโรบิก	แอโรบิก	แอนอกซิก
16/6/99	1		-144	128	-53
22/6/99	7		-155	134	-61
24/6/99	9		-174	144	-49
28/6/99	13		-184	121	-55
30/6/99	15		-193	106	-48
5/7/99	20		-177	125	-74
12/7/99	27		-183	134	-64
14/7/99	29		-200	128	-42
19/7/99	34		-182	136	-39
22/7/99	37		-195	117	-27
23/7/99	39		-187	127	-38
29/7/99	44		-198	131	-45
2/8/99	48		เริ่มสถานะคงตัว	-210	120
5/8/99	51		-194	130	-33
9/8/99	55		-189	129	-29
11/8/99	57		-191	132	-44
17/8/99	63		-193	128	-40
19/8/99	65		-194	126	-38
23/8/99	69		-190	130	-42
26/8/99	72		-193	126	-38
30/8/99	76		-193	125	-39
2/9/99	79		-192	124	-42
6/9/99	83		-196	126	-41
ค่าเฉลี่ย*			-194	127	-39
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน*			5.63	3.36	4.59

หมายเหตุ \* คำนวณเฉพาะช่วงสถานะคงตัว (2 ส.ก. - 6 ก.ย. 42)

**ตาราง ข-3 ชุดการทดลองที่ 3**

**อัตราส่วนอาร์บีซีไอคือต่อฟอสฟอรัสเท่ากับ 24:1**

**ผลการทดลองวัดค่าสภาพต่างทั้งหมดและสภาพต่างกรอง**

วัน/เดือน/ปี	ลำดับวัน	สถานะของระบบ	สภาพต่าง (มก./ล.)		
			น้ำเข้า**	แอนแอโรบิก	แอโรบิก
16/6/99	1		278	320	310
22/6/99	7		301	346	323
30/6/99	14		289	339	330
5/7/99	20		271	331	299
12/7/99	27		285	331	297
19/7/99	34		276	320	289
26/7/99	41		288	325	294
2/8/99	48		เริ่มสถานะคงตัว	283	330
9/8/99	55		278	321	304
16/8/99	62		287	321	300
23/8/99	69		280	323	302
30/8/99	76		275	321	296
6/9/99	83		272	320	293
ค่าเฉลี่ย*			276	321	297
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน*			4.04	1.53	4.58

หมายเหตุ \* ค่ารวมเฉพาะช่วงสถานะคงตัว (2 ส.ก. - 6 ก.ย. 42)

\*\* เฉพาะน้ำเข้าเป็นค่าสภาพต่างทั้งหมด ส่วนตัวอย่างอื่นๆเป็นค่าสภาพต่างกรอง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**ตาราง ข-3 ชุดการทดลองที่ 3**

**อัตราส่วนอาร์บีโอคือฟอสฟอรัสเท่ากับ 24:1**

**ผลการทดลองวัดค่าพีเอช**

วันเดือนปี	ลำดับวัน	สภาวะของระบบ	พีเอช				
			น้ำเข้า	แอมโมโรบิก	แอมโรบิก	น้ำทิ้ง	แอมออกซิก
16/6/99	1		6.95	7.68	8.39	8.41	7.50
22/6/99	7		7.00	7.67	8.38	8.39	7.47
24/6/99	9		6.99	7.65	8.37	8.40	7.46
28/6/99	13		6.95	7.61	8.35	8.34	7.48
30/6/99	15		6.96	7.61	8.40	8.43	7.47
5/7/99	20		6.96	7.57	8.37	8.38	7.48
12/7/99	27		6.97	7.58	8.36	8.38	7.44
14/7/99	29		6.96	7.60	8.36	8.34	7.47
19/7/99	34		6.98	7.61	8.39	8.38	7.48
22/7/99	37		6.98	7.62	8.42	8.44	7.48
23/7/99	38		6.95	7.64	8.37	8.40	7.47
29/7/99	44		6.97	7.65	8.41	8.43	7.48
2/8/99	48	เริ่มสถานะคงตัว	6.95	7.65	8.45	8.46	7.47
5/8/99	51		6.97	7.65	8.46	8.47	7.49
9/8/99	55		6.98	7.67	8.41	8.43	7.49
11/8/99	57		6.97	7.66	8.42	8.43	7.52
17/8/99	63		7.02	7.68	8.45	8.46	7.52
19/8/99	65		7.02	7.68	8.42	8.43	7.50
23/8/99	69		6.97	7.68	8.44	8.46	7.48
26/8/99	72		6.99	7.66	8.43	8.44	7.47
30/8/99	76		7.00	7.63	8.41	8.43	7.45
2/9/99	79		6.97	7.62	8.42	8.45	7.49
6/9/99	83		7.02	7.67	8.42	8.43	7.50
ค่าเฉลี่ย*			6.99	7.66	8.43	8.44	7.49
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน*			0.03	0.02	0.02	0.02	0.02

หมายเหตุ \* จำนวนเฉพาะช่วงสถานะคงตัว (2 ส.ท. - 6 ก.ธ. 42)

**ตาราง ข-3 ชุดการทดลองที่ 3**

**อัตราส่วนอาร์บีซีไอคือฟอสฟอรัสเท่ากับ 24:1**

**ผลการทดลองวัดเอ็มแอลเอสเอและเอ็มแอลวีเอสเอ**

วัน/เดือน/ปี	ลำดับวัน	สถานะของระบบ	เอ็มแอลเอสเอ (มก./ล.)	เอ็มแอลวีเอสเอ (มก./ล.)	อัตราส่วน MLSS:MLVSS
16/6/99	1		2,310	1,850	0.80
22/6/99	7		2,140	1,760	0.82
24/6/99	9		2,130	1,790	0.84
28/6/99	13		2,060	1,640	0.80
30/6/99	15		2,030	1,690	0.83
5/7/99	20		2,250	1,890	0.84
12/7/99	27		2,320	1,950	0.84
14/7/99	29		2,500	2,120	0.85
19/7/99	34		2,560	2,170	0.85
22/7/99	37		2,840	2,450	0.86
23/7/99	38		2,980	2,540	0.85
29/7/99	44		2,760	2,360	0.86
2/8/99	48	เริ่มสถานะคงตัว	2,780	2,310	0.83
5/8/99	51		2,770	2,380	0.86
9/8/99	55		2,830	2,310	0.82
11/8/99	57		2,640	2,210	0.84
17/8/99	63		2,810	2,260	0.80
19/8/99	65		2,760	2,240	0.81
23/8/99	69		2,750	2,270	0.83
26/8/99	72		2,740	2,260	0.82
30/8/99	76		2,760	2,300	0.83
2/9/99	79		2,720	2,280	0.84
6/9/99	83		2,690	2,220	0.83
ค่าเฉลี่ย*			2,750	2,276	0.83
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน*			53.10	48.02	0.01

หมายเหตุ \* คำนวณเฉพาะช่วงสถานะคงตัว (2 ส.ท. - 6 ก.ย. 42)

**ตาราง ข-3 ชุดการทดลองที่ 3**

**อัตราส่วนอาร์บีซีไอคือต่อฟอสฟอรัสเท่ากับ 24:1**

**ผลการทดลองวัดค่าของแข็งแขวนลอย เอสวี30 และเอสวีไอ**

วันเดือนปี	ลำดับวัน	สภาวะของระบบ	ของแข็งแขวนลอย (มก./ล.)	เอสวี30 (มล./ล.)	เอสวีไอ (มล./ก.)
16/6/99	1		20	185	80
22/6/99	7		20	170	79
24/6/99	9		15	150	70
28/6/99	13		15	140	68
30/6/99	15		20	145	71
5/7/99	20		20	145	64
12/7/99	27		25	145	62
14/7/99	29		20	140	56
19/7/99	34		30	150	58
22/7/99	37		20	155	54
23/7/99	38		20	155	52
29/7/99	44		20	145	52
2/8/99	48	เริ่มสถานะคงตัว	20	150	54
5/8/99	51		20	150	54
9/8/99	55		20	155	55
11/8/99	59		20	140	53
17/8/99	63		25	155	55
19/8/99	65		20	145	52
23/8/99	69		20	150	54
26/8/99	72		20	140	51
30/8/99	76		25	145	52
2/9/99	79		20	145	53
6/9/99	83		20	140	52
ค่าเฉลี่ย*			21	147	53
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน*			2.02	5.60	1.33

หมายเหตุ \* จำนวนเฉพาะช่วงสถานะคงตัว (2 ส.ก. - 6 ก.ย. 42)

**ตาราง ข-3 ชุดการทดลองที่ 3**

**อัตราส่วนอาร์บีซีไอคืออัตราส่วนเท่ากับ 24:1**

**ผลการทดลองวัดค่ากรดไชระเหยง่ายทั้งหมดและกรดไชระเหยง่ายกรอง (วิธีไทเทรต)**

วัน/เดือน/ปี	ลำดับวัน	สถานะของระบบ	กรดไชระเหยง่าย (มก./ล.)		
			น้ำเข้า**	แอนแอโรบิก	แอโรบิก
16/6/99	1		284	34	11
22/6/99	7		279	21	12
30/6/99	15		280	34	11
5/7/99	20		269	25	21
12/7/99	27		268	28	12
19/7/99	34		274	17	11
26/7/99	41		268	50	21
2/8/99	48		เริ่มสถานะคงตัว	260	25
9/8/99	55		274	34	11
16/8/99	62		268	23	17
23/8/99	69		264	23	11
30/8/99	76		268	25	11
6/9/99	83		274	23	14
ค่าเฉลี่ย*			269	24	12
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน*			5.03	1.15	1.73

หมายเหตุ \* คำนวณเฉพาะช่วงสถานะคงตัว (2 ส.ก. - 6 ก.ย. 42)

\*\* เฉพาะน้ำเข้าเป็นค่ากรดไชระเหยง่ายทั้งหมด ส่วนตัวอย่างอื่นๆเป็นค่ากรดไชระเหยง่ายกรอง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**ตาราง ๗-3 ชุดการทดลองที่ 3**

**อัตราส่วนอาร์บีซีโอดีต่อฟอสฟอรัสเท่ากับ 24:1**

**ผลการทดลองวัดซีโอดีทั้งหมดและซีโอดีกรอง**

วัน/เดือน/ปี	ลำดับวัน	สถานะของระบบ	ซีโอดี (มก./ล.)		
			น้ำเข้า**	แอนแอโรบิก	แอโรบิก
16/6/99	1		340	48	20
22/6/99	7		334	24	14
30/6/99	15		380	19	10
5/7/99	20		334	27	17
12/7/99	27		344	23	13
19/7/99	34		338	10	7
26/7/99	41		365	19	15
2/8/99	48		เริ่มสถานะคงตัว	353	12
9/8/99	55		344	19	4
16/8/99	62		346	11	0
23/8/99	69		351	11	5
30/8/99	76		346	11	0
6/9/99	83		353	7	0
ค่าเฉลี่ย*			349	12	2
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน*			3.97	3.92	2.40

หมายเหตุ \* คำนวณเฉพาะช่วงสถานะคงตัว (2 ส.ค. - 6 ก.ย. 42)

\*\* เฉพาะน้ำเข้าเป็นค่าซีโอดีทั้งหมด ส่วนตัวอย่างอื่นๆเป็นค่าซีโอดีกรอง

**ตาราง ข-3 ชุดการทดลองที่ 3**

**อัตราส่วนอาร์บีซีไอคือฟอสฟอรัสเท่ากับ 24:1**

**ผลการทดลองวัดค่าที่เคเอ็น**

วัน/เดือน/ปี	ลำดับวัน	สถานะของระบบ	ที่เคเอ็น (มก./ก.)		
			น้ำเข้า	แอนแอโรบิก	แอโรบิก
16/6/99	1		8.4	0.6	0.0
22/6/99	7		8.8	3.1	0.3
30/6/99	15		9.4	0.8	0.0
5/7/99	20		8.9	0.6	0.3
12/7/99	27		8.5	1.4	0.6
19/7/99	34		8.5	1.1	0.8
26/7/99	41		8.6	0.6	0.3
2/8/99	48		เริ่มสถานะคงตัว	8.7	0.9
9/78/99	55		8.9	0.9	0.0
16/8/99	62		8.8	1.1	0.3
23/8/99	69		8.8	0.9	0.0
30/8/99	76		8.5	1.1	0.3
6/9/99	83		8.9	0.8	0.3
ค่าเฉลี่ย*			8.8	1.0	0.1
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน*			0.17	0.15	0.15

หมายเหตุ \* คำนวณเฉพาะช่วงสถานะคงตัว (2 ส.ก. - 6 ก.ย. 42)



**ตาราง ข-3 ชุดการทดลองที่ 3**

**อัตราส่วนอาร์บีจีไอคือฟอสฟอรัสเท่ากับ 24:1**

**ผลการทดลองวัดไนโตรเจนและไนเตรด**

วัน/เดือน/ปี	ลำดับวัน	สถานะของระบบ	ไนโตรเจน (มก./ก.)		ไนเตรด (มก./ก.)	
			แอมโมเนีย	แอมโมเนียม	แอมโมเนีย	แอมโมเนียม
16/6/99	1		0.00	0.00	2.39	1.15
22/6/99	7		0.00	0.00	0.00	0.00
30/6/99	15		0.00	0.00	0.79	0.18
5/7/99	20		0.01	0.00	1.60	0.41
12/7/99	27		0.00	0.00	1.17	0.00
19/7/99	34		0.00	0.00	0.79	0.07
26/7/99	41		0.00	0.00	0.72	0.32
2/8/99	48		เริ่มสถานะกึ่งตัว	0.00	0.00	0.65
9/8/99	55		0.00	0.00	0.38	0.00
16/8/99	62		0.00	0.00	0.34	0.00
23/8/99	69		0.01	0.01	0.32	0.00
30/8/99	76		0.01	0.00	0.05	0.00
6/9/99	83		0.00	0.00	0.47	0.00
ค่าเฉลี่ย*			0.00	0.00	0.37	0.00
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน*			0.01	0.00	0.20	0.00

หมายเหตุ\* คำนวณเฉพาะช่วงสถานะกึ่งตัว (2 ส.ก. - 6 ก.ย. 42)

**ตาราง ข-3 ชุดการทดลองที่ 3**

**อัตราส่วนอาร์บีซีไอดีต่อฟอสฟอรัสเท่ากับ 24:1**

**ผลการทดลองวัดค่าฟอสฟอรัส**

วันเดือนปี	ลำดับวัน	สถานะของระบบ	ฟอสฟอรัสทั้งหมด (มก./ล.)		
			น้ำเข้า	แอนแอโรบิก	แอโรบิก
16/6/99	1		15.2	21.3	9.8
22/6/99	7		14.8	27.8	5.2
24/6/99	9		15.0	42.8	3.4
28/6/99	13		14.7	33.2	6.2
30/6/99	15		14.8	34.4	7.1
5/7/99	20		14.7	37.9	3.6
12/7/99	27		15.2	45.0	3.7
14/7/99	29		15.1	48.0	1.7
19/7/99	34		15.3	40.6	4.2
22/7/99	37		15.3	46.5	0.9
23/7/99	38		15.1	41.6	6.1
29/7/99	44		15.0	44.4	2.0
2/8/99	48	เริ่มสถานะคงตัว	15.5	43.5	3.9
5/8/99	51		14.8	38.5	3.8
9/8/99	55		15.0	38.7	3.9
11/8/99	57		14.9	38.5	3.7
17/8/99	63		14.9	39.3	3.6
19/8/99	65		14.8	38.2	3.9
23/8/99	69		15.2	39.5	3.8
26/8/99	72		15.1	37.8	3.7
30/8/99	76		14.8	38.1	3.6
2/9/99	79		15.0	39.3	3.8
6/9/99	83		14.7	39.1	3.6
ค่าเฉลี่ย*			15.0	39.1	3.8
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน*			0.23	1.55	0.12

หมายเหตุ \* คำนวณเฉพาะช่วงสถานะคงตัว (2 ส.ก.- 6 ก.ย. 42)

**ตาราง ข-3 ชุดการทดลองที่ 3**

**อัตราส่วนอาร์บีซีไอคือพอตพอรัสเท่ากับ 24:1**

**ผลการทดลองวัดค่าออกซิเจนละลายและไออาร์พีที่สถานะคงตัวและเก็บผลตามเวลา**

เวลา (นาที)	สถานะของระบบ	ออกซิเจนละลาย (มก./ล.)	ไออาร์พี (มิลลิโวลต์)
5	แอนแอโรบิก	0.12	-11
15		0.08	-25
30		0.08	-80
60		0.07	-145
90		0.06	-174
120		0.06	-195
135	แอโรบิก	4.13	-36
150		4.44	5
180		5.00	52
240		6.10	96
300		6.23	117
360		6.40	124
400	ตกตะกอน	4.26	129
405	ระบายน้ำเสียทิ้ง	4.21	120
420	แอนออกซิก	0.87	-9
450		0.24	-42
480		0.18	-40

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**ตาราง ข-3 ชุดการทดลองที่ 3**

**อัตราส่วนระหว่างอาร์บีซีโอดีต่อฟอสฟอรัสเท่ากับ 24:1**

**ผลการทดลองวัดค่าซีโอดีและกรดไขมันระเหยง่ายที่สถานะคงตัวและเก็บผลตามเวลา**

เวลา (นาที)	สถานะของระบบ	ซีโอดี (มก./ก.)	กรดไขมันระเหยง่าย (มก./ก.)
-	น้ำเข้า*	361	268
5	↑ แอนแอโรบิก	211	156
15		142	124
30		51	31
60		22	15
120		11	0
135		↓ แอโรบิก	7
150	11		0
180	7		0
240	7		0
300	4		0
360	0		0

หมายเหตุ \* เฉพาะน้ำเข้าเป็นค่าซีโอดีและกรดไขมันระเหยง่ายทั้งหมด ส่วนตัวอย่างอื่นๆเป็นค่าซีโอดีและกรดไขมันระเหยง่ายกรอง

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**ตาราง ข-3 ชุดการทดลองที่ 3**

**อัตราส่วนอาร์บีซีไอคือฟอสฟอรัสเท่ากับ 24:1**

**ผลการทดลองวัดค่าฟอสฟอรัสที่สถานะคงตัวและเก็บผลตามเวลา**

เวลา (นาที)	สถานะของระบบ	ฟอสฟอรัส (มก./ล.)
-	น้ำเข้า*	15.0
5	↑ แอนแอโรบิก	13.8
15		16.3
30		19.7
60		32.0
120		38.5
135	↓ แเอโรบิก	30.2
150		24.6
180		8.9
240		8.3
300		7.8
360		3.8

หมายเหตุ \* เฉพาะน้ำเข้าเป็นค่าฟอสฟอรัสทั้งหมด ส่วนตัวอย่างอื่นๆเป็นค่าฟอสฟอรัสละลาย

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**ตาราง ข-3 ชุดการทดลองที่ 3**

**อัตราส่วนระหว่างอาร์บีโอคือฟอสฟอรัสเท่ากับ 24:1**

**ผลการทดลองหาค่าพีเอชเอในระบบที่สถานะคงตัวและเก็บผลตามเวลา**

เวลา (นาที)	สถานะของระบบ	พีเอชเอในเซลล์ (มก.พีเอชเอ/ก.วีเอสเอส)	พีเอชเอในระบบ (มก.พีเอชเอ/ล.)*
5	↑ แอนแอโรบิก	116	265
30		138	315
60		181	413
120		184	420
180	↓ แอโรบิก	158	361
240		107	244
300		92	210
360		95	217

หมายเหตุ \* ค่าพีเอชเอในระบบ (มก.พีเอชเอ/ล.) = ค่าพีเอชเอในเซลล์ (มก.พีเอชเอ/ก.วีเอสเอส)  
x ค่าเอ็มแอลวีเอสเอสที่สถานะคงตัว (ก./ล.)


ค่าเอ็มแอลวีเอสเอสที่สถานะคงตัว = 2.284 ก./ล.

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**ตาราง ๑-3 ชุดการทดลองที่ 3**

**อัตราส่วนอาร์มีซีโอคือโฟสฟอรัสเท่ากับ 24:1**

**ผลการทดลองหาค่าโฟสฟอรัสระยะยาวและพืชน้ำของชุดทดลองแบบแบบค้ำที่มีการเติมโฟสฟอรัสที่ปลายช่วงแอนโรวิกเท่ากับ 0, 22.5 และ 67.5 มก./อ.**

เวลา (นาที)	สถานะของระบบ	โฟสฟอรัสระยะยาว(มก./อ.)			พืชน้ำ (มก.พืชน้ำ/อ.)		
		P=0	P=22.5	P=67.5	P=0	P=22.5	P=67.5
0	ก่อนเติม P*	35.2	34.1	37.1	420	422	420
0	หลังเติม P 		49.4	82.3			
15		29.7	46.0	74.9			
30		27.1	39.5	64.0	409	347	301
60		20.4	33.9	36.7	370	310	233
120		8.2	25.2	29.4	304	312	192
180		5.6	9.4	20.6	272	203	178
240		4.0	7.2	14.8	217	192	119
300		4.1	6.4	12.0		176	114
360		3.4	6.1	12.4	208	164	109

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**ตาราง ข-4 ชุดการทดลองที่ 4**

**อัตราส่วนอาร์บีซีไอคือฟอสฟอรัสเท่ากับ 48:1**

**ผลการทดลองวัดค่าคุณภูมิ**

วัน/เดือน/ปี	ลำดับวัน	สภาวะของระบบ	คุณภูมิ (องศาเซลเซียส)		
			แอนแอโรบิก	แอโรบิก	แอนอกซิก
16/6/99	1		28.1	28.2	27.9
22/6/99	7		27.9	28.1	28.1
24/6/99	9		28.9	29.1	28.5
28/6/99	13		28.9	28.8	28.9
30/6/99	15		29.1	28.7	28.7
5/7/99	20		29.5	29.4	29.3
12/7/99	27		28.5	28.4	28.0
14/7/99	29		28.8	28.8	28.7
19/7/99	34		29.2	29.3	29.2
22/7/99	37		28.6	28.7	28.6
23/7/99	38		28.9	29.0	28.7
29/7/99	44		27.4	27.5	27.4
2/8/99	48	เริ่มสถานะคงตัว	27.5	27.5	27.1
5/8/99	51		27.6	27.7	27.4
9/8/99	55		27.3	27.3	27.0
11/8/99	57		27.8	27.7	27.7
17/8/99	63		28.3	28.4	28.3
19/8/99	65		28.3	28.4	28.1
23/8/99	69		28.3	28.3	28.4
26/8/99	72		28.0	28.3	28.2
30/8/99	75		28.0	27.8	27.9
2/9/99	79		28.6	28.8	28.6
6/9/99	83		27.8	27.6	28.1
ค่าเฉลี่ย*			28.0	28.0	27.9
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน*			0.40	0.47	0.53

หมายเหตุ \* คำนวณเฉพาะช่วงสถานะคงตัว (2 ส.ค. - 6 ก.ย. 42)



**ตาราง ข-4 ชุดการทดลองที่ 4**

**อัตราส่วนอาร์บีซีไอคือฟอสฟอรัสเท่ากับ 48:1**

**ผลการทดลองวัดค่าออกซิเจนละลาย**

วันเดือนปี	ลำดับวัน	สถานะของระบบ	ออกซิเจนละลาย (มก./ล.)		
			แอมโมไรบิก	แอโรบิก	แอมออกซิก
16/6/99	1		0.06	6.11	0.08
22/6/99	7		0.05	6.29	0.08
24/6/99	9		0.09	6.14	0.11
28/6/99	13		0.05	6.14	0.18
30/6/99	15		0.06	6.11	0.13
5/7/99	20		0.10	6.14	0.15
12/7/99	27		0.07	6.23	0.11
14/7/99	29		0.06	6.18	0.11
19/7/99	34		0.05	6.12	0.09
22/7/99	37		0.07	6.23	0.10
23/7/99	38		0.06	6.18	0.07
29/7/99	44		0.08	6.14	0.10
2/8/99	48	เริ่มสถานะคงตัว	0.05	6.03	0.09
5/8/99	51		0.04	6.24	0.06
9/8/99	55		0.05	6.20	0.09
11/8/99	57		0.06	6.21	0.10
17/8/99	63		0.05	6.19	0.09
19/8/99	65		0.05	6.18	0.08
23/8/99	69		0.06	6.17	0.07
26/8/99	72		0.04	6.23	0.08
30/8/99	76		0.06	6.16	0.09
2/9/99	79		0.05	6.2	0.07
6/9/99	83		0.05	6.22	0.07
ค่าเฉลี่ย*			0.05	6.18	0.08
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน*			0.01	0.06	0.01

หมายเหตุ \* จำนวนเฉพาะช่วงสถานะคงตัว (2 ส.ค. - 6 ก.ย. 42)

## ตาราง ข-4 ชุดการทดลองที่ 4

อัตราส่วนอาร์บีซีโอดีคอปอธพอร์ธเท่ากับ 48:1

ผลการทดลองวัดค่าไออาร์ที

วัน/เดือน/ปี	ลำดับวัน	สถานะของระบบ	ไออาร์ที (มิลลิวัตต์)		
			แอนแอโรบิก	แอโรบิก	แอนออกซิก
16/6/99	1		-187	131	-165
22/6/99	7		-182	134	-151
24/6/99	9		-191	144	-166
28/6/99	13		-191	164	-173
30/6/99	15		-222	147	-197
5/7/99	20		-215	148	-190
12/7/99	27		-212	160	-184
14/7/99	29		-214	164	-176
19/7/99	34		-202	165	-172
22/7/99	37		-197	151	-167
23/7/99	39		-204	139	-176
29/7/99	44		-198	160	-164
2/8/99	48	เริ่มสถานะคงตัว	-210	155	-177
5/8/99	51		-220	152	-185
9/8/99	55		-214	153	-175
11/8/99	57		-218	157	-175
17/8/99	63		-216	154	-180
19/8/99	65		-212	158	-179
23/8/99	69		-221	152	-174
26/8/99	72		-222	157	-177
30/8/99	76		-215	156	-172
2/9/99	79		-216	152	-177
6/9/99	83		-211	158	-174
ค่าเฉลี่ย*			-216	155	-177
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน*			4.04	2.43	3.57

หมายเหตุ \* คำนวณเฉพาะช่วงสถานะคงตัว (2 ส.ค. - 6 ก.ย. 42)

**ตาราง ข-4 ชุดการทดลองที่ 4**

**อัตราส่วนอาร์บีซีไอคือฟอสฟอรัสเท่ากับ 48:1**

**ผลการทดลองวัดค่าสภาพค่างทั้งหมดและสภาพค่างกรอง**

วัน/เดือน/ปี	ลำดับวัน	สถานะของระบบ	สภาพค่าง (มก./ล.)		
			น้ำเข้า**	แอนแอโรบิก	แอโรบิก
16/6/99	1		546	594	556
22/6/99	7		576	630	598
30/6/99	14		507	587	543
5/7/99	20		523	604	554
12/7/99	27		562	626	586
19/7/99	34		535	614	570
26/7/99	41		499	554	520
2/8/99	48		เริ่มสถานะคงตัว	499	577
9/8/99	55		511	606	560
16/8/99	62		503	590	541
23/8/99	69		520	606	549
30/8/99	76		532	600	560
6/9/99	83		522	590	546
ค่าเฉลี่ย*			515	595	549
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน*			14.57	8.08	9.54

หมายเหตุ \* จำนวนเฉพาะช่วงสถานะคงตัว (2 ส.ค. - 6 ก.ย. 42)

\*\* เฉพาะน้ำเข้าเป็นค่าสภาพค่างทั้งหมด ส่วนตัวอย่างอื่นๆเป็นค่าสภาพค่างกรอง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**ตาราง ข-4 ชุดการทดลองที่ 4**

**อัตราส่วนอาร์บีจีไอคือต่อฟอสฟอรัสเท่ากับ 48:1**

**ผลการทดลองวัดค่าพีเอช**

วัน/เดือน/ปี	ลำดับวัน	สภาวะของระบบ	พีเอช				
			น้ำเข้า	แอนแอโรบิก	แอโรบิก	น้ำทิ้ง	แอนออกซิก
16/6/99	1		7.01	7.98	8.54	8.55	7.78
22/6/99	7		7.05	7.98	8.57	8.58	7.79
24/6/99	9		6.97	8.00	8.53	8.54	7.74
28/6/99	13		6.97	7.98	8.52	8.54	7.75
30/6/99	15		7.00	7.96	8.54	8.55	7.71
5/7/99	20		6.99	7.96	8.58	8.59	7.70
12/7/99	27		6.99	7.93	8.56	8.57	7.73
14/7/99	29		7.02	7.96	8.56	8.58	7.75
19/7/99	34		7.05	7.92	8.55	8.57	7.68
22/7/99	37		6.99	7.88	8.58	8.61	7.72
23/7/99	38		7.02	7.94	8.59	8.61	7.74
29/7/99	44		6.98	7.98	8.56	8.59	7.75
2/8/99	48	เริ่มสถานะคงตัว	7.01	7.99	8.58	8.60	7.76
5/8/99	51		7.03	7.97	8.54	8.55	7.75
9/8/99	55		7.01	7.97	8.51	8.53	7.76
11/8/99	57		7.02	7.96	8.55	8.57	7.76
17/8/99	63		6.97	7.97	8.49	8.51	7.73
19/8/99	65		7.03	7.99	8.56	8.57	7.76
23/8/99	69		6.98	7.98	8.55	8.56	7.76
26/8/99	72		7.03	7.96	8.56	8.57	7.75
30/8/99	76		7.05	7.99	8.61	8.63	7.76
2/9/99	79		7.07	8.00	8.60	8.61	7.78
6/9/99	83		7.06	7.96	8.57	8.58	7.74
ค่าเฉลี่ย*			7.02	7.98	8.56	8.57	7.75
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน*			0.03	0.01	0.04	0.03	0.01

หมายเหตุ \* คำนวณเฉพาะช่วงสถานะคงตัว (2 ส.ก. - 6 ก.ย. 42)

**ตาราง ข-4 ชุดการทดลองที่ 4**

**อัตราส่วนอาร์บีโอคือฟอสฟอรัสเท่ากับ 48:1**

**ผลการทดลองวัดเอ็มแอลเอสเอสและเอ็มแอลวีเอสเอส**

วันเดือนปี	ค่าคัมวัน	สถานะของระบบ	เอ็มแอลเอสเอส (มก./ล.)	เอ็มแอลวีเอสเอส (มก./ล.)	อัตราส่วน MLSS:MLVSS
16/6/99	1		3,680	3,320	0.90
22/6/99	7		3,720	3,150	0.85
24/6/99	9		4,150	3,400	0.82
28/6/99	13		4,320	3,510	0.81
30/6/99	15		4,410	3,670	0.83
5/7/99	20		4,590	3,870	0.84
12/7/99	27		4,600	3,990	0.87
14/7/99	29		5,020	4,100	0.82
19/7/99	34		4,650	3,930	0.85
22/7/99	37		4,670	3,900	0.84
23/7/99	38		4,690	3,860	0.82
29/7/99	44		4,820	3,930	0.82
2/8/99	48	เริ่มสถานะคงตัว	4,760	3,940	0.83
5/8/99	51		4,800	3,970	0.83
9/8/99	55		4,750	3,930	0.83
11/8/99	57		4,690	3,890	0.83
17/8/99	63		4,720	3,990	0.85
19/8/99	65		4,610	3,880	0.84
23/8/99	69		4,620	3,930	0.85
26/8/99	72		4,560	3,870	0.85
30/8/99	76		4,630	3,900	0.84
2/9/99	79		4,580	3,910	0.85
6/9/99	83		4,650	3,870	0.83
ค่าเฉลี่ย*			4,670	3,916	0.84
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน*			79.12	39.82	0.01

หมายเหตุ \* คำนวณเฉพาะช่วงสถานะคงตัว (2 ต.ก. - 6 ก.ย. 42)

**ตาราง ข-4 ชุดการทดลองที่ 4**

**อัตราส่วนอาร์บีซีไอคือฟอสฟอรัสเท่ากับ 48:1**

**ผลการทดลองวัดค่าของแข็งแขวนลอย เอสวี30 และเอสวีไอ**

วันเดือนปี	ลำดับวัน	สถานะของระบบ	ของแข็งแขวนลอย (มก./ล.)	เอสวี30 (มล./ล.)	เอสวีไอ (มล./ก.)
16/6/99	1		80	210	57
22/6/99	7		30	200	54
24/6/99	9		25	190	46
28/6/99	13		25	170	39
30/6/99	15		25	185	42
5/7/99	20		20	175	38
12/7/99	27		20	185	40
14/7/99	29		25	210	42
19/7/99	34		25	195	42
22/7/99	37		35	200	43
23/7/99	38		20	185	39
29/7/99	44		25	185	38
2/8/99	48	เริ่มสถานะคงตัว	30	185	39
5/8/99	51		30	195	41
9/8/99	55		25	190	40
11/8/99	59		20	185	39
17/8/99	63		20	185	39
19/8/99	65		25	190	41
23/8/99	69		30	190	41
26/8/99	72		25	185	41
30/8/99	76		25	185	40
2/9/99	79		25	180	39
6/9/99	83		25	185	40
ค่าเฉลี่ย*			25	187	40
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน*			3.50	4.05	0.79

หมายเหตุ \* คำนวณเฉพาะช่วงสถานะคงตัว (2 ส.ก. - 6 ก.ย. 42)

**ตาราง ข-4 ชุดการทดลองที่ 4**

**อัตราส่วนอาร์บีซีไอคือฟอสฟอรัสเท่ากับ 48:1**

**ผลการทดลองวัดค่ากรดไขมันทั้งหมดและกรดไขมันย่อยกรอง (วิธีไทเทรต)**

วัน/เดือน/ปี	ลำดับวัน	สภาวะของระบบ	กรดไขมันย่อย (มก./ล.)		
			น้ำเข้า**	แอนแอโรบิก	แอโรบิก
16/6/99	1		592	152	32
22/6/99	7		611	169	54
30/6/99	15		586	165	25
5/7/99	20		578	147	18
12/7/99	27		611	192	45
19/7/99	34		582	155	20
26/7/99	41		574	158	18
2/8/99	48		เริ่มสถานะคงตัว	564	174
9/8/99	55		576	162	28
16/8/99	62		570	154	25
23/8/99	69		568	148	32
30/8/99	76		584	152	21
6/9/99	83		574	165	32
ค่าเฉลี่ย*			573	159	27
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน*			7.00	9.64	4.36

หมายเหตุ \* ค่ารวมเฉพาะช่วงสถานะคงตัว (2 ส.ท. - 6 ก.ย. 42)

\*\* เฉพาะน้ำเข้าเป็นค่ากรดไขมันย่อยทั้งหมด ส่วนตัวอย่างอื่นๆเป็นค่ากรดไขมันย่อยกรอง

**ตาราง ข-4 ชุดการทดลองที่ 4**

**อัตราส่วนอาร์บีซีไอคือต่อฟอสฟอรัสเท่ากับ 48:1**

**ผลการทดลองวัดซีไอคี่ทั้งหมดและซีไอคี่กรอง**

วันเดือน/ปี	ลำดับวัน	สภาวะของระบบ	ซีไอคี่ (มก./ก.)		
			น้ำเข้า**	แอนแอโรบิก	แอโรบิก
16/6/99	1		647	27	17
22/6/99	7		703	31	24
30/6/99	15		659	17	10
5/7/99	20		689	38	34
12/7/99	27		688	30	23
19/7/99	34		677	22	12
26/7/99	41		664	37	22
2/8/99	48		เริ่มสถานะคงตัว	685	24
9/8/99	55		679	31	15
16/8/99	62		687	19	11
23/8/99	69		679	26	11
30/8/99	76		672	19	15
6/9/99	83		687	11	4
ค่าเฉลี่ย*			682	22	13
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน*			5.92	6.92	5.13

หมายเหตุ \* จำนวนเฉพาะช่วงสถานะคงตัว (2 ต.ค. - 6 ก.ย. 42)

\*\* เฉพาะน้ำเข้าเป็นค่าซีไอคี่ทั้งหมด ส่วนตัวอย่างอื่นๆเป็นค่าซีไอคี่กรอง



**ตาราง ข-4 ชุดการทดลองที่ 4**

**อัตราส่วนอาร์บีซีไอคือต่อพอสเฟอรัสเท่ากับ 48:1**

**ผลการทดลองวัดค่าที่เคเอ็น**

วัน/เดือน/ปี	ลำดับวัน	สถานะของระบบ	ที่เคเอ็น (มก./ก.)		
			น้ำเข้า	แอนแอโรบิก	แอโรบิก
16/6/99	1		16.4	2.4	0.6
22/6/99	7		17.9	4.3	0.8
30/6/99	15		18.2	3.4	0.6
5/7/99	20		18.2	4.0	0.6
12/7/99	27		18.8	3.4	0.3
19/7/99	34		18.2	2.8	0.8
26/7/99	41		18.2	0.3	0.3
2/8/99	48		เริ่มสถานะคงตัว	18.5	3.2
9/8/99	55		18.2	2.3	0.6
16/8/99	62		18.3	2.4	0.6
23/8/99	69		18.0	4.3	0.9
30/8/99	76		18.5	3.2	0.8
6/9/99	83		18.2	3.2	0.6
ค่าเฉลี่ย*			18.3	3.1	0.7
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน*			0.18	0.72	0.14

หมายเหตุ \* จำนวนเฉพาะช่วงสถานะคงตัว (2 ต.ค. - 6 ก.ย. 42)

**ตาราง ข-4 ชุดการทดลองที่ 4**

**อัตราส่วนอาร์บีซีไอคือพอสภาพไร้เท่ากับ 48:1**

**ผลการทดลองวัดค่าไนโตรเจนและไนเตรด**

วัน/เดือน/ปี	ลำดับวัน	สภาวะของระบบ	ไนโตรเจน (มก./ล.)		ไนเตรด (มก./ล.)	
			แอมโมเนีย	แอมโมเนียม	แอมโมเนีย	แอมโมเนียม
16/6/99	1		0.00	0.00	2.51	1.22
22/6/99	7		0.00	0.00	0.00	0.00
30/6/99	15		0.00	0.00	0.34	0.00
5/7/99	20		0.00	0.00	0.99	0.38
12/7/99	27		0.01	0.00	0.97	0.32
19/7/99	34		0.01	0.00	0.38	0.00
26/7/99	41		0.01	0.01	0.72	0.16
2/8/99	48		เริ่มสถานะคงตัว	0.01	0.01	0.65
9/8/99	55		0.01	0.00	0.38	0.00
16/8/99	62		0.01	0.00	0.38	0.00
23/8/99	69		0.01	0.00	0.38	0.00
30/8/99	76		0.01	0.00	0.59	0.00
6/9/99	83		0.01	0.00	0.52	0.00
ค่าเฉลี่ย*			0.01	0.00	0.49	0.01
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน*			0.00	0.00	0.12	0.03

หมายเหตุ\* คำนวณเฉพาะช่วงสถานะคงตัว (2 ส.ก. - 6 ก.ย. 42)

## ตาราง ข-4 ชุดการทดลองที่ 4

อัตราส่วนอาร์บีซีโอดีต่อฟอสฟอรัสเท่ากับ 48:1

ผลการทดลองวัดค่าฟอสฟอรัส

วัน/เดือน/ปี	ลำดับวัน	สถานะของระบบ	ฟอสฟอรัสทั้งหมด (มก./ล.)		
			น้ำเข้า	แอนโนโรบิก	แอโรบิก
16/6/99	1		14.7	35.0	5.6
22/6/99	7		14.6	50.1	0.3
24/6/99	9		14.9	43.6	0.5
28/6/99	13		14.8	47.1	1.5
30/6/99	15		15.2	45.0	2.1
5/7/99	20		14.9	46.9	1.5
12/7/99	27		14.7	43.0	1.0
14/7/99	29		15.3	53.8	1.2
19/7/99	34		14.6	55.9	1.9
22/7/99	37		14.8	60.6	1.0
23/7/99	38		15.3	55.1	0.3
29/7/99	44		15.3	61.0	0.3
2/8/99	48	เริ่มสถานะคงตัว	15.1	60.6	0.1
5/8/99	51		14.7	60.0	0.0
9/8/99	55		15.1	59.4	0.1
11/8/99	57		14.9	61.0	0.0
17/8/99	63		15.3	62.2	0.0
19/8/99	65		15.3	62.6	0.1
23/8/99	69		15.4	62.3	0.0
26/8/99	72		14.7	58.5	0.0
30/8/99	76		15.3	62.6	0.0
2/9/99	79		14.9	58.9	0.0
6/9/99	83		14.7	60.9	0.0
ค่าเฉลี่ย*			15.0	60.8	0.0
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน*			0.27	1.49	0.05

หมายเหตุ \* คำนวณเฉพาะช่วงสถานะคงตัว (2 ส.ค.- 6 ก.ย. 42)

**ตาราง ข-4 ชุดการทดลองที่ 4**

**อัตราส่วนอาร์บีซีโอคิดต่อฟอสฟอรัสเท่ากับ 48:1**

**ผลการทดลองวัดค่าออกซิเจนละลายและไออาร์พีที่ชอนาะคงตัวและเก็บผลตามเวลา**

เวลา (นาที)	สภาวะของระบบ	ออกซิเจนละลาย (มก./ล.)	ไออาร์พี (มิลลิโวลต์)
5	แวนแอโรบิก	0.07	-75
15		0.06	-153
30		0.05	-198
60		0.05	-199
90		0.05	-208
120		0.04	-214
135	แอโรบิก	3.97	3
150		4.68	44
180		4.92	81
240		5.65	127
300		6.01	146
360		6.18	154
400	ตกตะกอน	2.69	158
405	ระบายน้ำเสียทิ้ง	2.46	159
420	แวนออกซิก	0.34	-152
450		0.15	-175
480		0.08	-178

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**ตาราง ข-4 ชุดการทดลองที่ 4**

**อัตราส่วนระหว่างอาร์บีซีโอดีต่อฟอสฟอรัสเท่ากับ 48:1**

**ผลการทดลองวัดค่าซีโอดีและกรดไขมันระเหยง่ายที่สถานะคงตัวและเก็บผลตามเวลา**

เวลา (นาที)	สถานะของระบบ	ซีโอดี (มก./ล.)	กรดไขมันระเหยง่าย (มก./ล.)
-	น้ำเข้า*	676	567
5	↑ แอนแอโรบิก	403	327
15		238	151
30		103	75
60		37	24
120		22	0
135	↓ แอโรบิก	18	0
150		15	0
180		15	0
240		11	0
300		7	0
360		7	0

หมายเหตุ \* เฉพาะน้ำเข้าเป็นค่าซีโอดีและกรดไขมันระเหยง่ายทั้งหมด ส่วนตัวอย่างอื่นๆเป็นค่าซีโอดีและกรดไขมันระเหยง่ายกรอง

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**ตาราง ข-4 ชุดการทดลองที่ 4**

**อัตราส่วนอาร์บีซีไอคือฟอสฟอรัสเท่ากับ 48:1**

**ผลการทดลองวัดค่าฟอสฟอรัสที่สถานะคงตัวและเก็บผลตามเวลา**

เวลา (นาท.)	สถานะของระบบ	ฟอสฟอรัส (มก./ต.)
-	น้ำเข้า*	15.0
5	แอมแอโรบิก	20.4
15		35.2
30		56.7
60		58.5
120		59.1
135		แอโรบิก
150	15.2	
180	2.7	
240	1.8	
300	0.2	
360	0.0	

หมายเหตุ \* เฉพาะน้ำเข้าเป็นค่าฟอสฟอรัสทั้งหมด ส่วนตัวอย่างอื่นๆเป็นค่าฟอสฟอรัสละลาย

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**ตาราง ข-4 ชุดการทดลองที่ 4**

**อัตราส่วนระหว่างอาร์บีซีไอคือฟอสฟอรัสเท่ากับ 48:1**

**ผลการทดลองหาค่าพีเอชเอในซอร์บที่สถานะคงตัวและเก็บผลตามเวลา**

เวลา (นาที)	สถานะของระบบ	พีเอชเอในเซลล์ (มก.พีเอชเอ/ก.วีเอสเอส)	พีเอชเอในระบบ (มก.พีเอชเอ/ล.)*
5	↑ แอนแอโรบิก	102	399
30		115	450
60		145	567
120		151	591
180	↓ แอโรบิก	132	516
240		76	297
300		72	282
360		69	270

หมายเหตุ \* ค่าพีเอชเอในระบบ (มก.พีเอชเอ/ล.) = ค่าพีเอชเอในเซลล์ (มก.พีเอชเอ/ก.วีเอสเอส)

x ค่าเอ็มแอลวีเอสเอสที่สถานะคงตัว (ก./ล.)

ค่าเอ็มแอลวีเอสเอสที่สถานะคงตัว = 3.912 ก./ล.

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**ตาราง ข-4 ชุดการทดลองที่ 4**

**อัตราส่วนอาร์ปีซีโอคือคือฟอสฟอรัสเท่ากับ 48:1**

**ผลการทดลองหาค่าฟอสฟอรัสละลายและฟิเอร์ของชุดทดลองแบบแบบค้ำที่มีการเติมฟอสฟอรัสที่ป่ายช่วงแอนเอโรบิกเท่ากับ 0, 22.5 และ 67.5 มก./ล.**

เวลา (นาที)	สภาวะ ของระบบ	ฟอสฟอรัสละลาย(มก./ล.)			ฟิเอร์ (มก.ฟิเอร์/ล.)		
		P=0	P=22.5	P=67.5	P=0	P=22.5	P=67.5
0	ก่อนเติม P <sup>a</sup>	67.5	63.3	63.4	602	676	598
0	หลังเติม P ↑ แอนโรบิก ↓		78.1	108.8			
15		45.5	64.5	78.7	520		
30		26.0	40.5	56	493	579	461
60		6.4	26.1	29	430	465	282
120		1.3	6.6	14.1	395	328	237
180		0.0	1	4.7	403	289	199
240		0.0	0.6	2.0		211	172
300		0.1	0	0.7	352	235	121
360		0.0	0.2	0.0	274	199	98

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



**ตาราง ข-5 ชุดการทดลองที่ 5**

**อัตราส่วนอาร์ซีโอคือต่อไฮโดรไรต์กับ 6:1 แต่เดิมพอไฮโดรไรต์ที่ขึ้นคอนกรีต**

**ผลการทดลองหาค่าคุณสมบัติ, ออกซิเจนละลาย และไออาร์ที**

วัน/เดือน/ปี	ลำดับวัน	คุณสมบัติ (องค์ประกอบ)		ออกซิเจนละลาย (มก./ล.)			ไออาร์ที (มิลลิวัตต์)		
		แอมแอโรบิก	แอมแอโรบิก	แอมแอโรบิก	แอโรบิก	แอมแอโรบิก	แอโรบิก	แอมแอโรบิก	แอโรบิก
3/1/00	6	26.8	26.7	26.6	6.15	2.95	-105	84	80
7/1/00	10	27.7	27.8	27.8	5.89	3.12	-118	65	63
11/1/00	14	27.5	27.6	27.6	5.99	3.25	-113	79	75
13/1/00	16	28.3	28.5	28.2	6.12	3.12	-120	78	74

**ผลการทดลองหาค่าสภาพค่าและกรดไฮดรอกไซด์**

วัน/เดือน/ปี	ลำดับวัน	สภาพค่า** (มก./ล.)		กรดไฮดรอกไซด์** (มก./ล.)	
		น้ำเข้า*	แอมแอโรบิก	น้ำเข้า*	แอโรบิก
8/1/00	11	104	175	75	4

หมายเหตุ \* น้ำเข้าเป็นค่าสภาพค่าทั้งหมด ส่วนตัวอย่างอื่น ๆ เป็นสภาพค่าการองและกรดไฮดรอกไซด์

\*\* ใช้วิธีไทเทรตในการหาค่ากรดไฮดรอกไซด์

**ตาราง ข-5 ชุดการทดลองที่ 5**

**อัตราส่วนอาร์พีซีคืออัตราฟอสฟอรัสกับ 6:1 แต่เดิมฟอสฟอรัสที่ใช้นั้นของแอมโรบิก**

**ผลการทดลองหากค่าพีเอช, เอ็มแอลเอส, เอ็มแอลเอส, ตะกอนแขวนลอย, เอสวี30 และเอสวีไอ**

วันทดลอง	ค่าพีเอช	พีเอช			เอ็มแอลเอส (มก./ล.)	เอ็มแอลเอส (มก./ล.)	อัตราส่วน MLSS/MLVSS	ตะกอนแขวนลอย (มก./ล.)	เอสวี30 (มก./ล.)	เอสวีไอ (มก./ล.)
		น้ำเข้า	แอมโมโรบิก	แอมโรบิก						
3/1/00	6	7.21	7.44	8.15	7.80	500	390	0.78	5	70
7/1/00	10	7.17	7.32	8.00	7.74	520	380	0.73	10	67
11/1/00	14	7.19	7.38	8.19	7.86	520	410	0.79	5	67
13/1/00	16	7.21	7.40	8.20	7.95	510	400	0.78	5	69

**ผลการทดลองหากค่าทีเคเอ็น, ไนโตรเจน และไนเตรต**

วันทดลอง	ค่าพีเอช	ทีเคเอ็น (มก./ล.)		ไนโตรเจน (มก./ล.)		ไนเตรต (มก./ล.)		
		น้ำเข้า	แอมโมโรบิก	แอมโรบิก	แอมโมโรบิก	แอมโมโรบิก	แอมโมโรบิก	
8/1/00	11	2.2	0.3	0.0	0.01	0.00	0.24	0.19

**ตาราง ๕-๕ ชุดการทดลองที่ 5**

**อัตราส่วนอาร์ซีโอติต่อฟอสฟอรัสเท่ากับ 6:1 แต่เติมฟอสฟอรัสที่เข้มข้นแอมโรบิก  
ผลการทดลองหาค่าซีโอติและฟอสฟอรัส**

วัน/เดือน/ปี	ลำดับวัน	ซีโอติ (มก./ล.)			ฟอสฟอรัส (มก./ล.)				
		น้ำเข้า*	แอมโรบิก	แอมโรบิก	น้ำเข้า*	แอมโรบิก	แอมโรบิก	หลังเติม P**	แอมโรบิก
3/1/00	6	90	8	0	0.0	16.0	16.0	25.1	11.6
7/1/00	10				0.0	14.4	14.4	22.7	13.2
11/1/00	14	82	0	0	0.0	16.8	16.8	26.7	11.2
13/1/00	16				0.0	17.2	17.2	26.9	11.7

หมายเหตุ \* น้ำเข้าเป็นค่าซีโอติและฟอสฟอรัสทั้งหมด ส่วนตัวอย่างอื่นเป็นค่าซีโอติและฟอสฟอรัสกรอง

\*\* เติมฟอสฟอรัสเมื่อเริ่มต้นเข้มข้นแอมโรบิก

**ตาราง ๗-5 ชุดการทดลองที่ 5**

**อัตราส่วนอาร์บีซีไอคือฟอสฟอรัสเท่ากับ 6:1 แคตติมฟอสฟอรัสที่ชั้นคอนแอโรบิก**  
**ผลการทดลองวัดค่าออกซิเจนละลายและไออาร์พีโดยเก็บผลตามเวลา**

เวลา (นาที)	สถานะของระบบ	ออกซิเจนละลาย (มก./ล.)	ไออาร์พี (มิลลิวัตต์)
5	แอโรบิก	0.46	16
15		0.20	-40
30		0.05	-83
60		0.05	-107
90		0.05	-114
120		0.05	-115
135	แอโรบิก	3.60	35
150		5.40	48
180		5.40	53
240		5.91	72
300		5.98	73
360		5.99	76
400	ตกตะกอน	4.85	76
405	ระบายน้ำในส่วนบนทิ้ง	3.35	75
420	แอนอกซิก	3.94	75
450		3.34	75
480		3.71	73

สถาบันวิทยบริการ  
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**ตาราง ข-5 ชุดการทดลองที่ 5**

**อัตราส่วนอาร์บีซีโอดีต่อฟอสฟอรัสเท่ากับ 6:1 แต่เดิมฟอสฟอรัสที่ชั้นคอนแอโรบิก  
ผลการทดลองวัดค่าฟอสฟอรัสโดยเก็บผลตามเวลา**

เวลา (นาที)	สถานะของระบบ	ฟอสฟอรัส (มก./ล.)
-	น้ำเข้า*	0.0
5	↑ แอโรบิก	6.7
15		7.5
30		8.6
60		13.2
120		15.9
122		25.5
150	↓ แอโรบิก	23.4
180		19.3
240		16.4
300		13.2
360		12.0

หมายเหตุ \* เฉพาะน้ำเข้าเป็นค่าฟอสฟอรัสทั้งหมด ส่วนตัวอย่างอื่นๆเป็นค่าฟอสฟอรัสละลาย

**ตาราง ๗-5 ชุดการทดลองที่ 5**

**อัตราส่วนระหว่างอาร์บีซีโอคือฟอสฟอรัสเท่ากับ 6:1 แคเคิมฟอสฟอรัสที่ชั้นคอนแอโรบิก  
ผลการทดลองหาค่าพีเอชเอในหลอดโดยเก็บผลตามเวลา**

เวลา (นาที)	สภาวะของระบบ	พีเอชเอในหลอด (มก.พีเอชเอ/ก.วีเอสเอส)	พีเอชเอในระบบ (มก.พีเอชเอ/ก.)*
5	↑ แอนแอโรบิก	180	70
30		239	93
60		283	110
120		324	126
180	↓ แอโรบิก	210	82
240		195	76
300		180	70
360		171	67

หมายเหตุ \* ค่าพีเอชเอในระบบ (มก.พีเอชเอ/ก.)

= ค่าพีเอชเอในหลอด (มก.พีเอชเอ/ก.วีเอสเอส) x ค่าเอ็มแอลวีเอสเอสวันที่ทำการ  
เก็บตัวอย่างพีเอชเอในหลอด (ก./ก.)

ค่าเอ็มแอลวีเอสเอส = 0.390 ก./ก.

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**ตาราง ข-6 ชุดการทดลองที่ 6**

**อัตราส่วนอาร์บีซีโอดีต่อฟอสฟอรัสกับ 24:1 แต่เติมฟอสฟอรัสที่เข้มข้นแอโรบิก**

**ผลการทดลองหาค่าอุณหภูมิ, ออกซิเจนละลาย และไออาร์ที**

วัน/เดือน/ปี	ลำดับวัน	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)			ออกซิเจนละลาย (มก./ล.)			ไออาร์ที (มิลลิโวลท์)		
		แอนแอโรบิก	แอโรบิก	แอนออกซิก	แอนแอโรบิก	แอโรบิก	แอนออกซิก	แอนแอโรบิก	แอโรบิก	แอนออกซิก
3/1/00	6	26.5	26.5	26.4	0.05	5.76	0.09	-154	75	-18
7/1/00	10	27.6	27.8	27.5	0.06	5.94	0.10	-128	59	-30
11/1/00	14	27.5	27.8	27.5	0.05	5.98	0.08	-150	76	-35
13/1/00	16	28.2	28.4	28.3	0.04	5.84	0.09	-155	84	-30
14/1/00	17	28.2	28.5	28.4	0.05	5.72	0.12	-158	74	-25
17/1/00	20	28.6	28.6	28.6	0.04	5.68	0.10	-163	80	-28

**ผลการทดลองหาค่าสภาพค่าและกรดไขมันระเหยง่าย**

วัน/เดือน/ปี	ลำดับวัน	สภาพค่า** (มก./ล.)			กรดไขมันระเหยง่าย** (มก./ล.)		
		น้ำเข้า*	แอนแอโรบิก	แอโรบิก	น้ำเข้า*	แอนแอโรบิก	แอโรบิก
8/1/00	11	270	326	288	270	50	15

หมายเหตุ \* น้ำเข้าเป็นค่าสภาพค่าและกรดไขมันระเหยง่ายทั้งหมด ส่วนตัวอย่างอื่น ๆ เป็นสภาพค่าและกรดไขมันระเหยง่ายรอง

\*\* ใช้วิธีไทเทรตในการหาค่ากรดไขมันระเหยง่าย

**ตาราง ๒-๔ ชุดการทดลองที่ 6**

**อัตราส่วนอาร์ซีโอคืออัตราส่วนที่เท่ากับ 24:1 แต่เติมฟอสฟอรัสที่ชั้นดินบนแอโรบิก ผลการทดลองหากำที่เอช, เอ็มแอลเอสเอส, เอ็มแอลวีเอสเอส, ระยะเวลาบวมลอย, เอชวี30 และเอชวีไอ**

วันเดือนปี	จำนวนวัน	พีเอช				เอ็มแอลเอสเอส (มก./ล.)	เอ็มแอลวีเอสเอส (มก./ล.)	อัตราส่วน MLSS/MLVSS	ระยะเวลาบวมลอย (มก./ล.)	เอชวี30 (มก./ล.)	เอชวีไอ (มก./ก.)
		น้ำจืด	แอมโมเนีย	แอโรบิก	แอนอโรบิก						
3/1/00	6	7.26	7.50	8.46	7.96	2310	1950	0.84	10	120	52
7/1/00	10	7.24	7.48	8.34	7.85	2480	2050	0.83	15	125	50
11/1/00	14	7.29	7.53	8.41	7.99	2520	2060	0.82	15	120	48
13/1/00	16	7.35	7.66	8.54	8.02	2610	2100	0.80	20	125	48
14/1/00	17	7.32	7.58	8.55	8.04	2600	2140	0.82	20	135	52
17/1/00	20	7.35	7.60	8.49	8.01	2650	2190	0.83	20	130	49

**ผลการทดลองหากำที่คลอรีน, ไนโตรเจน และไนเตรต**

วันเดือนปี	จำนวนวัน	คลอรีน (มก./ล.)		ไนโตรเจน (มก./ล.)		ไนเตรต (มก./ล.)		
		น้ำจืด	แอมโมเนีย	แอโรบิก	แอนอโรบิก	แอโรบิก	แอนอโรบิก	
8/1/00	11	8.7	0.8	0.3	0.00	0.00	0.16	0.00



**ตาราง ๒-๖ ชุดการทดลองที่ 6**

**อัตราส่วนอาร์ซีโอคือฟอสฟอรัสเท่ากับ 24:1 แต่เติมฟอสฟอรัสที่เข้มข้นแอโรบิก**

**ผลการทดลองหากำจีโอคิและฟอสฟอรัส**

วันเดือนปี	ลำดับวัน	ซีโอคิ (มก./ก.)		ฟอสฟอรัส (มก./ก.)				
		น้ำเข้า*	แอมโมโรบิก	แอโรบิก	น้ำเข้า*	แอมโมโรบิก	หลังเติม P**	แอโรบิก
3/1/00	6	351	8	0	0.3	35.8	46.9	4.1
7/1/00	10				0.0	40.9	49.7	1.0
11/1/00	14	341	12	0	0.0	40.1	49.7	5.6
13/1/00	16				0.0	41.1	49.1	6.6
14/1/00	17				0.0	43.4	51.9	5.8
17/1/00	20				0.0	40.6	49.3	7.6

**หมายเหตุ \*** น้ำเข้าเป็นกำจีโอคิและฟอสฟอรัสทั้งหมด ส่วนตัวอย่างอื่นเป็นกำจีโอคิและฟอสฟอรัสกรอง

**\*\*** เติมฟอสฟอรัสเมื่อเริ่มต้นเข้มข้นแอโรบิก

**ตาราง ข-6 ชุดการทดลองที่ 6**

**อัตราส่วนอาร์บีซีไอคือพอตพอตอัตราเท่ากับ 24:1 แก่นคิมพอตพอตอัตราที่ชั้นคอนแอรบิก**

**ผลการทดลองวัดค่าออกซิเจนละลายและไออาร์พีโดยเก็บผลตามเวลา**

เวลา (นาที)	สภาวะของระบบ	ออกซิเจนละลาย (มก./ล.)	ไออาร์พี (มิลลิโวลต์)
5	แอรบิก	0.08	-9
15		0.04	-35
30		0.04	-62
60		0.04	-92
90		0.04	-120
120		0.04	-169
135	แอรบิก	4.05	-21
150		4.24	42
180		5.24	70
240		5.79	73
300		5.83	80
360		5.84	82
400	ตกตะกอน	3.41	87
405	ระบายน้ำใส่ส่วนบนทิ้ง	3.29	86
420	แอรอกซิก	0.12	-8
450		0.09	-19
480		0.08	-21

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**ตาราง ข-6 ชุดการทดลองที่ 6**

**อัตราส่วนอาร์บีซีไอคือค่าฟอสฟอรัสเท่ากับ 24:1 แต่เดิมฟอสฟอรัสที่ชั้นคอนแอโรบิก  
ผลการทดลองวัดค่าฟอสฟอรัสโดยเก็บผลตามเวลา**

เวลา (นาที)	สภาวะของระบบ	ฟอสฟอรัส (มก./ล.)
	น้ำเข้า*	0.0
5	↑ แอโรบิก	6.9
15		14.4
30		23.4
60		29.3
120		37.8
122		46.9
150	↓ แอโรบิก	38.3
180		23.0
240		11.6
300		6.9
360		6.1

หมายเหตุ \* เฉพาะน้ำเข้าเป็นค่าฟอสฟอรัสทั้งหมด ส่วนตัวอย่างอื่นๆเป็นค่าฟอสฟอรัสละลาย

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**ตาราง ๖-6** ชุดการทดลองที่ 6

อัตราส่วนระหว่างอาร์บีซีไอคือฟอสฟอรัสเท่ากับ 24:1 แต่เก็บฟอสฟอรัสที่ชั้นคอนแวนโรบิก  
ผลการทดลองหาค่าพีเอชเอในเซตโดยเก็บผลตามเวลา

เวลา (นาที)	สภาวะของระบบ	พีเอชเอในเซต (มก.พีเอชเอ/ก.วีเอสเอส)	พีเอชเอในระบบ (มก.พีเอชเอ/ก.)*
5	↑ แวนแวนโรบิก ↓	110	241
30		141	309
60		176	385
120		180	394
180	↑ แวนโรบิก ↓	138	302
240		95	208
300		83	182
360		80	175

หมายเหตุ \* ค่าพีเอชเอในระบบ (มก.พีเอชเอ/ก.)

= ค่าพีเอชเอในเซต (มก.พีเอชเอ/ก.วีเอสเอส) x ค่าเอ็มแอลวีเอสเอสวันที่ทำการ

เก็บตัวอย่างพีเอชเอในเซต (ก./ก.)

ค่าเอ็มแอลวีเอสเอส = 2.190 ก./ก.

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**ตาราง ข-7 ชุดการทดลองที่ 7**

**อัตราส่วนอาร์บีซีโอคือต่อฟอสฟอรัสเท่ากับ 48:1 แต่เติมฟอสฟอรัสที่ขึ้นคอนแอมโรบิก**

**ผลการทดลองหาค่าอุณหภูมิ, ออกซิเจนละลาย และไออาร์ที**

วัน/เดือน/ปี	ลำดับวัน	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)			ออกซิเจนละลาย (มก./ล.)			ไออาร์ที (มิลลิวัตต์)		
		แอนแอมโรบิก	แอมโรบิก	แอนออกซิก	แอนแอมโรบิก	แอมโรบิก	แอนออกซิก	แอนแอมโรบิก	แอมโรบิก	แอนออกซิก
3/1/00	6	26.4	26.5	26.5	0.05	5.76	0.07	-192	84	-170
7/1/00	10	27.4	27.5	27.3	0.04	4.98	0.05	-204	78	-188
11/1/00	14	27.4	27.6	27.5	0.05	5.16	0.05	-201	89	-178
13/1/00	16	28.3	28.5	28.4	0.04	4.99	0.04	-195	98	-168
14/1/00	17	28.4	28.5	28.5	0.04	5.23	0.06	-204	87	-180
17/1/00	20	28.5	28.5	28.7	0.05	5.34	0.05	-211	95	-186

**ผลการทดลองหาค่าสภาพค่างและกรดไขมันระเหยง่าย**

วัน/เดือน/ปี	ลำดับวัน	สภาพค่าง** (มก./ล.)			กรดไขมันระเหยง่าย** (มก./ล.)		
		น้ำเข้า*	แอนแอมโรบิก	แอมโรบิก	น้ำเข้า*	แอนแอมโรบิก	แอมโรบิก
8/1/00	11	538	586	536	590	135	75

หมายเหตุ \* น้ำเข้าเป็นค่าสภาพค่างและกรดไขมันระเหยง่ายทั้งหมด ส่วนตัวอย่างอื่นๆเป็นสภาพค่างกรองและกรดไขมันระเหยง่ายกรอง

\*\* ใช้วิธีไทเทรตในการหาค่ากรดไขมันระเหยง่าย

**ตาราง ข-7 ชุดการทดลองที่ 7**

**อัตราส่วนอาร์บีจีคือค่าฟอสฟอรัสเท่ากับ 48:1 แต่เดิมฟอสฟอรัสที่จับคอนแวนโรบิก**

**ผลการทดลองหาค่าทีเอส, เอ็มแอลเอสเอส, เอ็มแอลวีเอสเอส, ตะกอนแขวนลอย, เอสบี30 และเอสบีไอ**

วัน/เดือน/ปี	ลำดับวัน	ทีเอส				เอ็มแอลเอสเอส (มก./ล.)	เอ็มแอลวีเอสเอส (มก./ล.)	อัตราส่วน MLSS/MLVSS	ตะกอนแขวนลอย (มก./ล.)	เอสบี30 (มก./ล.)	เอสบีไอ (มก./ก.)
		น้ำจืด	แอนแวนโรบิก	แวนโรบิก	แอนออกซิก						
3/1/00	6	7.42	7.84	8.27	7.94	4560	3830	0.84	20	195	43
7/1/00	10	7.40	7.95	8.34	8.15	4680	3820	0.82	25	190	41
11/1/00	14	7.43	7.9	8.54	8.19	4980	4020	0.81	30	180	36
13/1/00	16	7.46	7.92	8.37	8.11	4680	3810	0.81	25	185	40
14/1/00	17	7.49	8.10	8.57	8.24	4690	3930	0.84	20	195	42
17/1/00	20	7.45	8.10	8.53	8.23	4760	3940	0.83	25	200	42

**ผลการทดลองหาค่าทีเคเอ็น, ไนโตรค และไนเตรค**

วัน/เดือน/ปี	ลำดับวัน	ทีเคเอ็น (มก./ล.)			ไนโตรค (มก./ล.)		ไนเตรค (มก./ล.)	
		น้ำจืด	แอนแวนโรบิก	แวนโรบิก	แวนโรบิก	แอนออกซิก	แวนโรบิก	แอนออกซิก
8/1/00	11	18.2	3.6	0.8	0.19	0.00	0.40	0.00

**ตาราง ๗-7** ชุดการทดลองที่ 7

อัตราส่วนอาร์บีซีโอดีต่อฟอสฟอรัสเท่ากับ 48:1 แต่เดิมฟอสฟอรัสที่ชั้นคอนแอโรบิก

ผลการทดลองหาค่าซีโอดีและฟอสฟอรัส

วัน/เดือน/ปี	ลำดับวัน	ซีโอดี (มก./ล.)			ฟอสฟอรัส (มก./ล.)			
		น้ำเข้า*	แอนแอโรบิก	แอโรบิก	น้ำเข้า*	แอนแอโรบิก	หลังเค็ม P**	แอโรบิก
3/1/00	6	682	35	4	0.1	52.5	62.0	2.3
7/1/00	10				0.0	56.9	64.8	0.0
11/1/00	14	702	39	8	0.0	51.7	60.8	2.0
13/1/00	16				0.0	56.3	65.2	0.0
14/1/00	17				0.0	55.3	64.3	0.0
17/1/00	20				0.0	54.9	64.7	0.0

หมายเหตุ \* น้ำเข้าเป็นค่าซีโอดีและฟอสฟอรัสทั้งหมด ส่วนตัวอย่างอื่นเป็นค่าซีโอดีและฟอสฟอรัสกรอง

\*\* เค็มฟอสฟอรัสเมื่อเริ่มต้นชั้นคอนแอโรบิก

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**ตาราง ๗-7 ชุดการทดลองที่ 7**

**อัตราส่วนอาร์พีซีโอคิดต่อฟอสฟอรัสเท่ากับ 48:1 แต่เดิมฟอสฟอรัสที่ชั้นคอนแอโรบิก  
ผลการทดลองวัดค่าออกซิเจนละลายและไออาร์พีโดยเก็บผลตามเวลา**

เวลา (นาที)	สถานะของระบบ	ออกซิเจนละลาย (มก./ล.)	ไออาร์พี (มิลลิโวลต์)
5	↑ แอโรบิก	0.09	-93
15		0.07	-119
30		0.06	-149
60		0.05	-155
90		0.05	-177
120		0.05	-199
135	↑ แอโรบิก	3.67	-6
150		4.95	73
180		5.12	89
240		5.27	94
300		5.25	94
360		5.25	104
400	ตกตะกอน	2.18	106
405	ระบายน้ำใสส่วนบนทิ้ง	2.11	75
420	↑ แอนอกซิก	0.04	-94
450		0.04	-123
480		0.04	-132

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



**ตาราง ๗-7** ชุดการทดลองที่ 7

**อัตราส่วนอาร์บีซีโอคือฟอสฟอรัสเท่ากับ 48:1 แต่คิดมฟอสฟอรัสที่ขึ้นตอนแอรบิก**  
**ผลการทดลองวัดค่าฟอสฟอรัสโดยเก็บผลตามเวลา**

เวลา (นาที)	สถานะของระบบ	ฟอสฟอรัส (มก./ต.)
-	น้ำเข้า*	0.0
5	↑ แอนแอรบิก	8.2
15		24.8
30		41.6
60		52.3
120		56.5
122	↓ แอรบิก	65.3
150		17.2
180		2.0
240		1.0
300		0.3
360		0.0

หมายเหตุ \* เฉพาะน้ำเข้าเป็นค่าฟอสฟอรัสทั้งหมด ส่วนตัวอย่างอื่นๆเป็นค่าฟอสฟอรัสตกค้าง

สถาบันวิทยบริการ  
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**ตาราง ข-7 ชุดการทดลองที่ 7**

**อัตราส่วนระหว่างอาร์บีซีโอดีต่อฟอสฟอรัสเท่ากับ 48:1**

**ผลการทดลองหาค่าพีเอชเอในชนิดโดยเก็บผลตามเวลา**

เวลา (นาที)	สภาวะของระบบ	พีเอชเอในเซลล์ (มก.พีเอชเอ/ก.วีเอสเอส)	พีเอชเอในระบบ (มก.พีเอชเอ/ล.)*
5	↑ แอนแอโรบิก ↓	90	359
30		124	495
60		133	531
120		144	575
180	↑ แอโรบิก ↓	97	387
240		81	323
300		75	299
360		64	255

หมายเหตุ \* ค่าพีเอชเอในระบบ (มก.พีเอชเอ/ล.)

= ค่าพีเอชเอในเซลล์ (มก.พีเอชเอ/ก.วีเอสเอส) x ค่าเอ็มแอตวีเอสเอสวันที่ทำการ

เก็บตัวอย่างพีเอชเอในเซลล์ (ก./ล.)

ค่าเอ็มแอตวีเอสเอส = 3.990 ก./ล.

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## ภาคผนวก ก.

### การหาค่ากรดไขมันระเหยง่ายโดยวิธีก๊าซโครมาโตกราฟี

วิธีการวัดค่ากรดไขมันระเหยง่ายโดยวิธีก๊าซโครมาโตกราฟีเป็นวิธีที่ให้ค่าที่ถูกต้องแม่นยำกว่าการใช้วิธีไทเทรต ซึ่งวิธีนี้ได้รับการอนุเคราะห์จากคุณรัตนาแห่งสถาบันวิจัยเวอร์จิเนียโพลิเทคนิคและมหาวิทยาลัยแห่งรัฐ ประเทศสหรัฐอเมริกา (โดยติดต่อผ่านการแนะนำของ Professor Clifford Randall; 1997) และศูนย์เครื่องมือฯ อุทาสงกรณ์มหาวิทยาลัย

กรดไขมันระเหยง่ายคือกรดไขมันชนิดที่มีจำนวนคาร์บอนน้อยๆ ในการใช้เครื่องก๊าซโครมาโตกราฟีนั้น จะต้องทำการพามาตรฐานของกรดไขมันระเหยง่ายทั้ง 5 ชนิดก่อน โดยกำหนดความเข้มข้นของกรดไขมันระเหยง่ายในช่วงที่ต้องใช้ในการทำการวิจัย ผลที่ได้จะประกอบด้วยส่วนของเวลาที่พิกคออก, ความสูงของพิกค และพื้นที่ใต้พิกค โดยจะแสดงในรูปของกราฟและตัวเลข กรดไขมันระเหยง่ายแต่ละชนิดจะมีเวลาที่พิกคออกต่างกัน ซึ่งเวลาที่พิกคออกต่างกันทำให้สามารถแยกชนิดของกรดไขมันระเหยง่ายที่มีอยู่ในตัวอย่างน้ำเสีย ส่วนความเข้มข้นของกรดไขมันระเหยง่ายที่ต่างกันจะให้ค่าความสูงและพื้นที่ใต้พิกคต่างกัน ซึ่งในส่วนนี้จะสามารถนำไปคำนวณหาความเข้มข้นของกรดไขมันระเหยง่ายได้เมื่อทราบชนิดของกรดไขมันระเหยง่ายจากเวลาที่พิกคออก

สำหรับการสร้างกราฟมาตรฐานของกรดไขมันระเหยง่ายนั้น ได้จากการสร้างกราฟระหว่างค่าความเข้มข้นของกรดไขมันระเหยง่ายที่เตรียมไว้ (ในรูปมก./ล.) กับค่าพื้นที่ใต้กราฟ แล้วหาความสัมพันธ์ในรูปของสมการเส้นตรง พร้อมทั้งจดบันทึกเวลาที่พิกคออกของกรดไขมันระเหยง่ายชนิดนั้น

การเตรียมตัวอย่างน้ำเสียก่อนจะทำการหาค่ากรดไขมันระเหยง่ายโดยวิธีก๊าซโครมาโตกราฟีนั้น ตัวอย่างน้ำเสียจะถูกนำไปกรองก่อนด้วยกระดาษกรอง GF/C ขนาด 1.2 ไมครอน เพื่อแยกส่วนที่เป็นเซลล์ออกไปจากนั้นเก็บตัวอย่างน้ำเสียในขวดที่ปิดฝาแน่น และนำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่องก๊าซโครมาโตกราฟีทันทีหรืออาจเก็บตัวอย่างไว้ก่อนในที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสแต่ไม่เกิน 24 ชั่วโมง

เนื่องจากในงานวิจัยนี้ใช้สารอาหารที่อยู่ในรูปไซเคียมอะซิเตตเป็นส่วนใหญ่ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องปรับสภาพคอลัมน์ให้มีสภาพเป็นกรดก่อน โดยการฉีดกรดฟอร์มิก 1% ปริมาตร 2 ไมโครลิตร เป็นจำนวน 10 ครั้งก่อนเริ่มต้นฉีดตัวอย่างน้ำเสียจริง และควรมีการเปิดเครื่องเพื่ออุ่นคอลัมน์เป็นเวลาไม่ต่ำกว่า 1 ชั่วโมงก่อนการใช้งานทุกครั้ง การฉีดตัวอย่างควรทำซ้ำไม่ต่ำกว่า 2 ครั้ง เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของผลที่ได้

การวิเคราะห์ผลทำได้โดยการเทียบเวลาที่พีกออกของตัวอย่างน้ำเทียบกับเวลาที่พีกออกของกรด  
ไฮระเหยง่ายแต่ละชนิดที่จดบันทึกไว้ในกราฟมาตรฐาน เพื่อที่จะทราบว่าในตัวอย่างน้ำเสียนั้นมีกรด  
ไฮระเหยง่ายประกอบอยู่ที่ชนิด จากนั้นจึงนำค่าพื้นที่ใต้กราฟที่เวลาพีกออกนั้นไปคำนวณโดยใช้สม  
การเส้นตรงที่ได้จากกราฟมาตรฐานของกรดไฮระเหยง่ายแต่ละชนิดก็จะสามารถทราบความเข้มข้น  
ของกรดไฮระเหยง่ายแต่ละชนิดที่มีอยู่ในตัวอย่างน้ำเสียนั้น

ในการวิเคราะห์กรดไฮระเหยง่ายในงานวิจัยนี้ใช้เครื่องโครมาโตกราฟฟี Shimadzu 7G ชนิด  
ของคอลัมน์ Porapac Q Mesh 80/100 ID.3mm. X 2m. Stainless Steel

C-R7A CHROMATOPAC CH-1 REPORT No =17 DATA=1:9CHRM1.C00 99/10/22 14:31:18

~~0.058~~ 0.375 0.894  
1.115 1.455  
2.605

\*\* CALCULATION REPORT \*\*

CH	PKNO	TIME	AREA	HEIGHT	MK	IDNO	CONC	NAME
1	1	0.058	98	98			2.9748	
	2	0.375	9942	138			34.3914	
	3	0.894	2780	247	V		9.617	
	4	1.115	3909	249	V		13.5226	
	5	1.455	6925	285	V		23.9546	
	8	2.605	4492	465	V		15.5396	
TOTAL			28909	1483			100	

ตัวอย่างกราฟที่ได้จากการวัดด้วยวิธีก๊าซโครมาโตกราฟฟี

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## ภาคผนวก ง.

### การหาปริมาณพีเอชเอ

ในการหาปริมาณพีเอชเอในเซลล์ทำได้โดยการสกัดพีเอชเอด้วยการใช้คลอโรฟอร์มเป็นตัวทำละลาย จากนั้นจึงนำตัวอย่างที่ได้ไปหาปริมาณพีเอชเอโดยใช้เครื่องก๊าซโครมาโตกราฟี ซึ่งในการหาปริมาณพีเอชเอต้องมีการทำกราฟมาตรฐานเช่นเดียวกับการหาค่ากรดไขมันระเหยง่าย โดยการเตรียม Poly(3-hydroxybutyric acid-co-3-hydroxyvaleric acid) (PHV content 12 wt. % ; ยี่ห้อ Aldrich Chem. Co.) ที่ความเข้มข้นต่างๆ และในการหาปริมาณพีเอชเอนี้อ้างอิงมาจากวิธีของ Lee และคณะ (1995) ซึ่งวัดออกมาในรูปของพีเอชบี (poly- $\beta$ -hydroxyvalerate; PHB) และพีเอชวี (poly- $\beta$ -hydroxyvalerate; PHV) โดยการเตรียมตัวอย่างเพื่อหาปริมาณพีเอชเอในเซลล์มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. นำสต็อกไปหมุนเหวี่ยงด้วยเครื่องหมุนเหวี่ยงด้วยความเร็ว 10,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 10 นาทีเพื่อแยกส่วนที่เป็นเซลล์ออกจากน้ำ จากนั้นนำเซลล์ไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 105 °C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง โดยในการหาปริมาณพีเอชเอต้องใช้เซลล์ที่ผ่านการอบแห้งแล้ว ประมาณ 50 มิลลิกรัม
2. นำเซลล์ที่อบแห้งแล้วไปชั่งน้ำหนักและจดน้ำหนักของเซลล์อบแห้งที่ใช้ในการทดลอง จากนั้นนำเซลล์อบแห้งไปใส่ลงในขวดตัวอย่างที่สามารถทนความดันและความร้อนได้ เช่น ยี่ห้อ Wheaton รุ่น V-vial หรือเทียบเท่า
3. เติมกรดซัลฟูริก 15% (ผสมกรดซัลฟูริก 15% ในเมทานอล 85% V/V) จำนวน 2 มิลลิลิตร
4. เติม internal standard ซึ่งในที่นี้ใช้สารละลายโซเดียมเบนโซเอต (เตรียมโดยการผสมโซเดียมเบนโซเอต 1.695 กรัมในเมทานอล 100 มิลลิลิตร) จำนวน 0.1 มิลลิลิตร
5. เติมคลอโรฟอร์มจำนวน 2 มิลลิลิตร (ทำในตู้ดูดควัน) แล้วปิดฝาให้แน่น จากนั้นนำไปอบที่อุณหภูมิ 105 °C เป็นเวลา 3.5 ชั่วโมง แล้วทิ้งไว้ให้เย็น
6. เติมน้ำกลั่น 1 มล. แล้วปิดฝาให้แน่นและนำไปเขย่าด้วยเครื่องเขย่าเป็นเวลา 10 นาที ซึ่งเมื่อผ่านขั้นตอนนี้ชั้นของสารละลายคลอโรฟอร์มจะแยกตัวจากชั้นของน้ำที่ผสมกับเมทานอลและกรด โดยชั้นของคลอโรฟอร์มจะอยู่ด้านล่าง จากนั้นดูดคลอโรฟอร์มใส่ในขวดเก็บตัวอย่างแล้วปิดฝาให้แน่นก่อนส่งไปทำการวิเคราะห์ด้วยเครื่องก๊าซโครมาโตกราฟี

7. นำคถอโรฟอร์ม 1 ไมโครกรัม ฉีดเข้าเครื่องก๊าซโครมาโตกราฟฟี โดยสามารถเก็บคถอโรฟอร์มที่มีพีเอชเอะถายอยู่ได้นาน 3 ทัปค้ำห์ด้วยการนำไปเซ่เย็นไว้ที่อุณหภูมิจ 4 °C



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก จ.

**ข้อมูลการทดลองหาอัตราการปลดปล่อยฟอสฟอรัส อัตราการปลดปล่อยฟอสฟอรัสจำเพาะ  
อัตราการจับใช้ฟอสฟอรัส และอัตราการจับใช้ฟอสฟอรัสจำเพาะ**

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

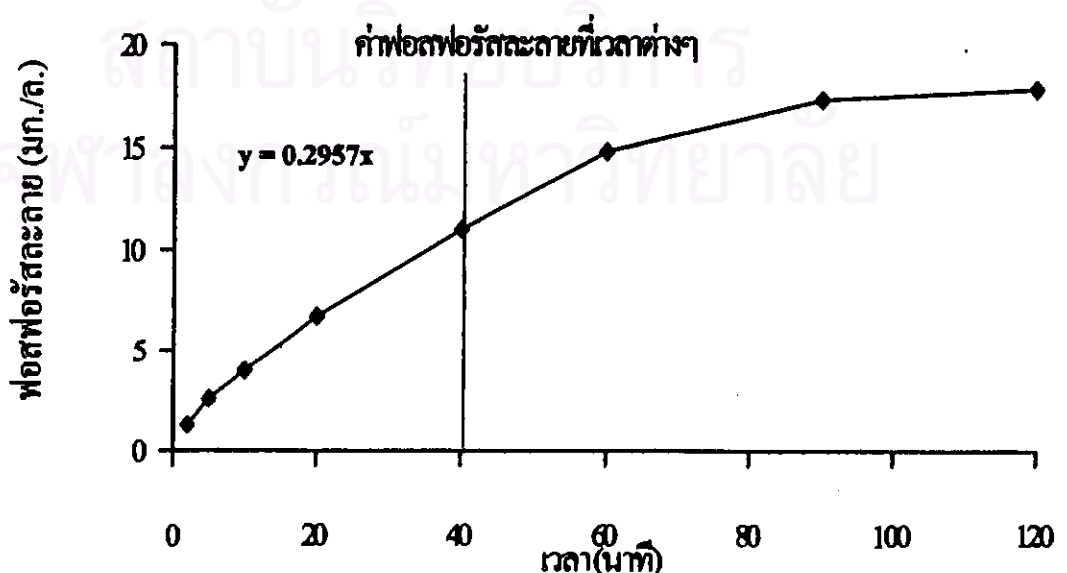
### ชุดการทดลองที่ 1

อัตราส่วนอาร์บีซีโอดีต่อฟอสฟอรัสเท่ากับ 6:1

อัตราการปลดปล่อยฟอสฟอรัสและอัตราการปลดปล่อยฟอสฟอรัสจำเพาะ

การทดลองเป็นแบบแบคซ์ โดยใช้สกัดจากรากปลายช่วงแอโรบิกที่สถานะคงตัวของชุดการทดลองที่ 1 ดังด้วยน้ำประปา 3 ครั้ง แล้วแยกเฉพาะส่วนสกัด เดิมน้ำเสียถึงกระรหที่มีค่าซีโอดีเท่ากับ 693 มก./ล. (จากนิเวศทรีย์นค้บรอร 135 มก./ล. และโซเดียมอะซิเตด 558 มก./ล. และสารอื่นๆตามสูตรน้ำเสียที่ใช้ในการทดลอง โดยเหตุผลที่เลือกใช้ค่าซีโอดีดังกล่าวนี้เพราะต้องการเดิมให้มีปริมาณที่มากเกินพอ ดังนั้นจึงกำหนดให้มีค่าซีโอดีเท่ากับชุดการทดลองที่ 4 ซึ่งเป็นชุดที่มีค่าซีโอดีสูงสุด) จนได้ปริมาตร 1.25 ลิตร โดยทำการทดลองในบีกเกอร์พลาสติกขนาด 2 ลิตรและใช้เครื่องกวนแม่เหล็กไฟฟ้าในการกวนของเหลวผสม

เวลา (นาทื)	ฟอสฟอรัสละลาย (มก./ล.)
2	1.3
5	2.6
10	4
20	6.7
40	11
60	14.8
90	17.3
120	17.8





MLVSS = 275 mg/l

**อัตราการปลดปล่อยฟอสฟอรัสจำเพาะ (Specific Phosphorus Release Rate)**

= 1.075 mg P/g VSS-min.

= 64.516 mg P/g VSS-hr.

**อัตราการปลดปล่อยฟอสฟอรัส (Phosphorus Release Rate)**

= 0.296 mg P/min.



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

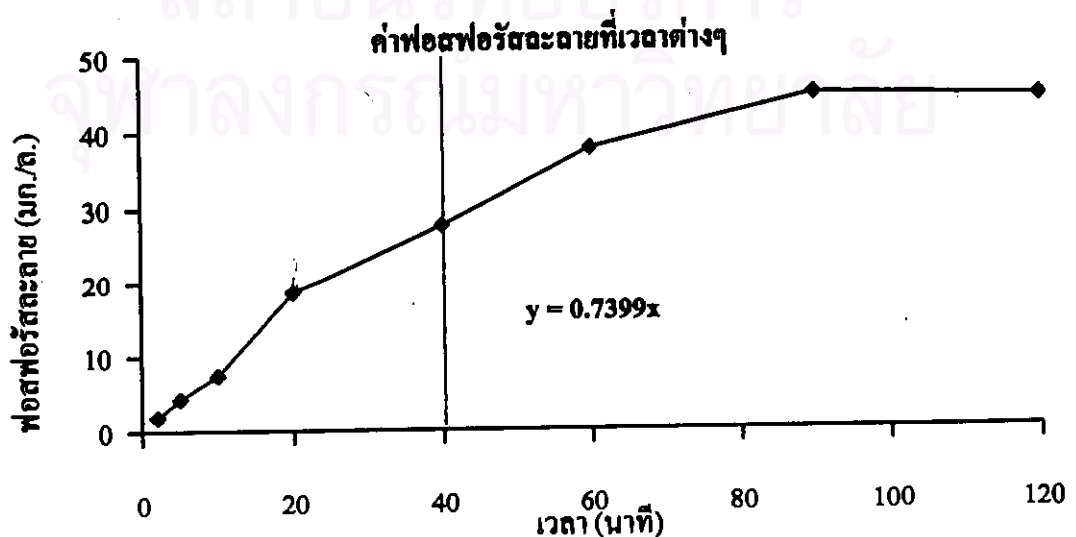
## ชุดการทดลองที่ 2

อัตราส่วนอาร์บีซีไอคิต่อฟอสฟอรัสเท่ากับ 12:1

อัตราการปลดปล่อยฟอสฟอรัสและอัตราการปลดปล่อยฟอสฟอรัสจำเพาะ

การทดลองเป็นแบบแบดซ์ โดยใช้สกัดจจากปลายช่วงแอโรบิกที่สถานะคงตัวของชุดการทดลองที่ 2 ถ้างด้วยน้ำประปา 3 ครั้ง แล้วแยกเฉพาะส่วนสกัด เดิมน้ำเสียถึงเกราะหที่มีค่าซีไอคิต่อเท่ากับ 693 มก./ล. (จากนิวเทรียนต์บรธ 135 มก./ล. และโซเดียมอะซิเตด 558 มก./ล. และสารอื่นๆตามสูตรน้ำเสียที่ใช้ในการทดลอง โดยเหตุผลที่เลือกใช้ค่าซีไอคิต่อค่านี้เพราะต้องการเดิมให้มีปริมาณที่มากเกินไป ดังนั้นจึงกำหนดให้มีค่าซีไอคิต่อเท่ากับชุดการทดลองที่ 4 ซึ่งเป็นชุดที่มีค่าซีไอคิต่อสูงสุด) จนได้ปริมาตร 1.25 ลิตร โดยทำการทดลองในบีกเกอร์พลาสติกขนาด 2 ลิตร และใช้เครื่องกวนแม่เหล็กไฟฟ้าในการกวนของเหลวผสม

เวลา (นาที)	ฟอสฟอรัสละลาย (มก./ล.)
2	1.9
5	4.3
10	7.4
20	18.6
40	27.6
60	37.6
90	44.6
120	44.1



MLVSS = 770 mg/l

**อัตราการปลดปล่อยฟอสฟอรัสจำเพาะ (Specific Phosphorus Release Rate)**

= 0.961 mg P/g VSS-min.

= 57.654 mg P/g VSS-hr.

**อัตราการปลดปล่อยฟอสฟอรัส (Phosphorus Release Rate)**

$r_p$  = 0.740 mg P/min.



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

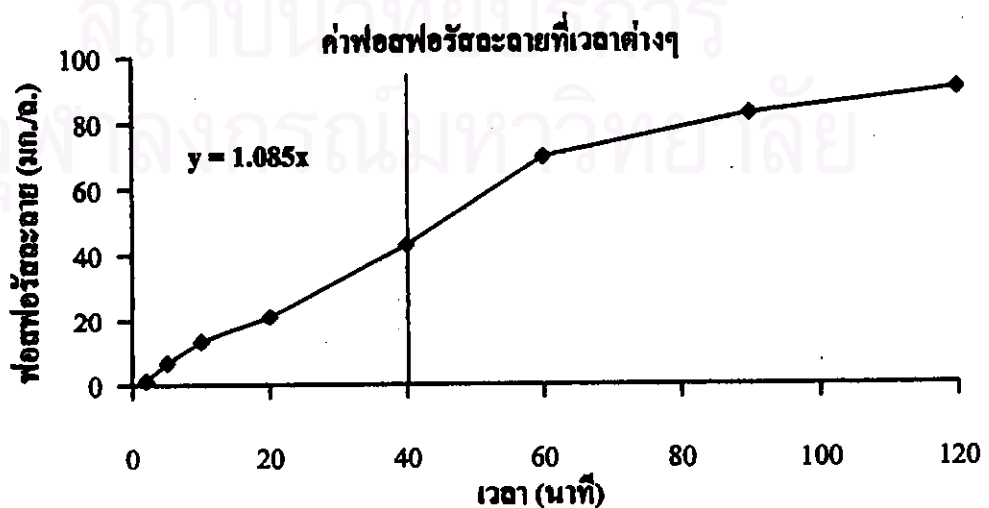
### ชุดการทดลองที่ 3

อัตราส่วนอาร์บีซีไอดีต่อฟอสฟอรัสเท่ากับ 24:1

อัตราการปลดปล่อยฟอสฟอรัสและอัตราการปลดปล่อยฟอสฟอรัสจำเพาะ

การทดลองเป็นแบบแบดซ์ โดยใช้สัณฐานจากปลายช่วงแอโรบิกที่สถานะคงตัวของชุดการทดลองที่ 3 ดังด้วยน้ำประปา 3 ครั้ง แล้วแยกเฉพาะส่วนสัณฐาน เดิมน้ำเสียถึงคราวที่มีค่าซีไอดีเท่ากับ 693 มก./ล. (จากนิวเทรียนต์บรอก 135 มก./ล. และโซเดียมอะซิเตด 558 มก./ล. และสารอื่นๆตามสูตรน้ำเสียที่ใช้ในการทดลอง โดยเหตุผลที่เลือกใช้ค่าซีไอดีดังกล่าวนี้เพราะต้องการเดิมน้ำให้มีปริมาณที่มากเกินไป ดังนั้นจึงกำหนดให้มีค่าซีไอดีเท่ากับชุดการทดลองที่ 4 ซึ่งเป็นชุดที่มีค่าซีไอดีสูงสุด) จนได้ปริมาตร 1.25 ลิตร โดยทำการทดลองในบีกเกอร์พลาสติกขนาด 2 ลิตร และใช้เครื่องกวนแม่เหล็กไฟฟ้าในการกวนของเหลวผสม

เวลา (นาที)	ฟอสฟอรัสละลาย (มก./ล.)
2	1.2
5	6.7
10	13.2
20	21.1
40	43.0
60	69.6
90	82.6
120	90.2



MLVSS = 1,750 mg/l

**อัตราการปล่อยฟอสฟอรัสจำเพาะ (Specific Phosphorus Release Rate)**

= 0.620 mg P/g VSS-min.

= 37.200 mg P/g VSS-hr.

**อัตราการปล่อยฟอสฟอรัส (Phosphorus Release Rate)**

= 1.085 mg P/min.



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

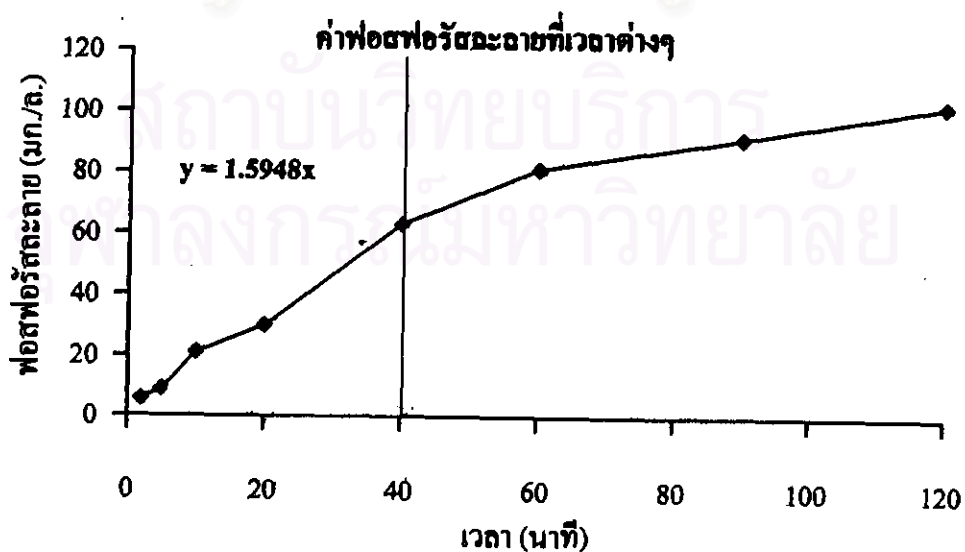
#### ชุดการทดลองที่ 4

อัตราส่วนอาร์บีซีไอคือฟอสฟอรัสเท่ากับ 48:1

อัตราการปลดปล่อยฟอสฟอรัสและอัตราการปลดปล่อยฟอสฟอรัสจำเพาะ

การทดลองเป็นแบบแบคซ์ โดยใช้สลักจากปลายช่วงแอโรบิกที่สถานะคงตัวของชุดการทดลองที่ 4 ล้างด้วยน้ำประปา 3 ครั้ง แล้วแยกเฉพาะส่วนสลัก เติมน้ำเสียถึงกระรหที่มีค่าซีไอดีเท่ากับ 693 มก./ล. (จากนิเวศรีนค์บรอร 135 มก./ล. และไซเคียมอะซิเทด 558 มก./ล. และสารอื่นๆตามสูตรน้ำเสียที่ใช้ในการทดลอง) จนได้ปริมาตร 1.25 ลิตร โดยทำการทดลองในบีกเกอร์พลาสติกขนาด 2 ลิตร และใช้เครื่องกวนแม่เหล็กไฟฟ้าในการกวนของเหลวผสม

เวลา (นาที)	ฟอสฟอรัสละลาย (มก./ล.)
2	5.9
5	9.1
10	21.0
20	30.0
40	63.2
60	81.0
90	91.1
120	101.9



MLVSS = 3,210 mg/l

**อัตราการปลดปล่อยฟอสฟอรัสจำเพาะ (Specific Phosphorus Release Rate)**

= 0.497 mg P/g VSS-min.

= 29.809 mg P/g VSS-hr.

**อัตราการปลดปล่อยฟอสฟอรัส (Phosphorus Release Rate)**

= 1.595 mg P/min.



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

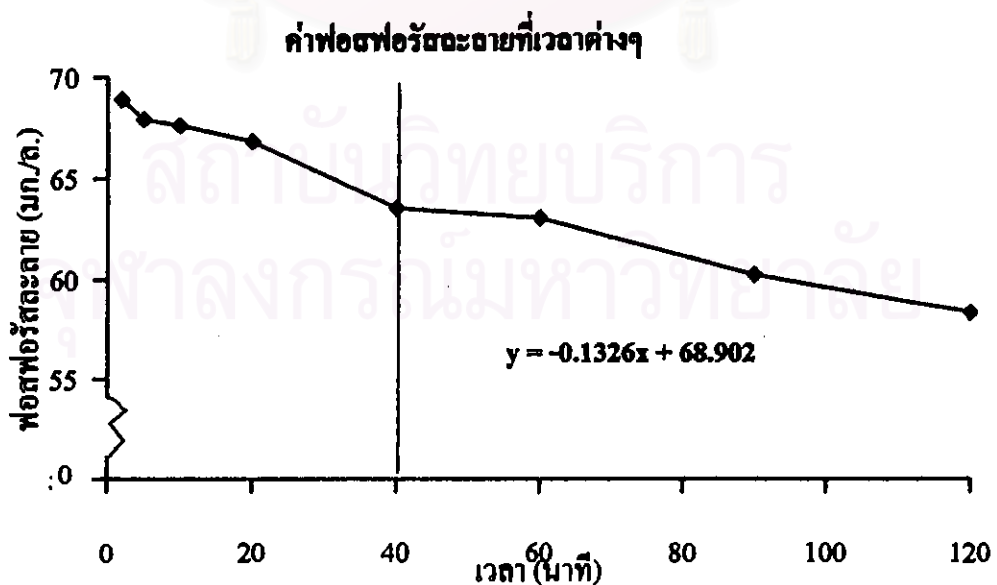
### ชุดการทดลองที่ 1

อัตราส่วนอาร์บีซีโอดีต่อฟอสฟอรัสเท่ากับ 6:1

อัตราการจับใช้ฟอสฟอรัสและอัตราการจับใช้ฟอสฟอรัสจำเพาะ

การทดลองเป็นแบบแบบคช โดยใช้สลักจจากปลายช่วงแอนแอโรบิกที่สถานะคงตัวของชุดการทดลองที่ 1 นำมาล้างด้วยน้ำประปา 3 ครั้ง แล้วแยกเฉพาะส่วนสลัก จากนั้นนำน้ำเสียส่งเคราะห์ที่ไม่เติมซีโอดีส่วนสารอื่นๆ ใช้ความสูงรน้ำเสีย เทรวมกับสลักจนได้ปริมาตร 1.25 ลิตร เติมหอากาศให้ระบบ โดยทำการทดลองในบีกเกอร์พลาสติกขนาด 2 ลิตร

เวลา (นาที)	ฟอสฟอรัสละลาย (มก./ล.)
2	68.9
5	67.9
10	67.6
20	66.8
40	63.5
60	63.0
90	60.2
120	58.3





MLVSS = 290 mg/l

**อัตราการจับใช้ฟอสฟอรัสจำเพาะ (Specific Phosphorus Uptake Rate)**

= 0.457 mg P/g VSS-min.

= 27.434 mg P/g VSS-hr.

**อัตราการจับใช้ฟอสฟอรัส (Phosphorus Uptake Rate)**

= 0.133 mg P/min.



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

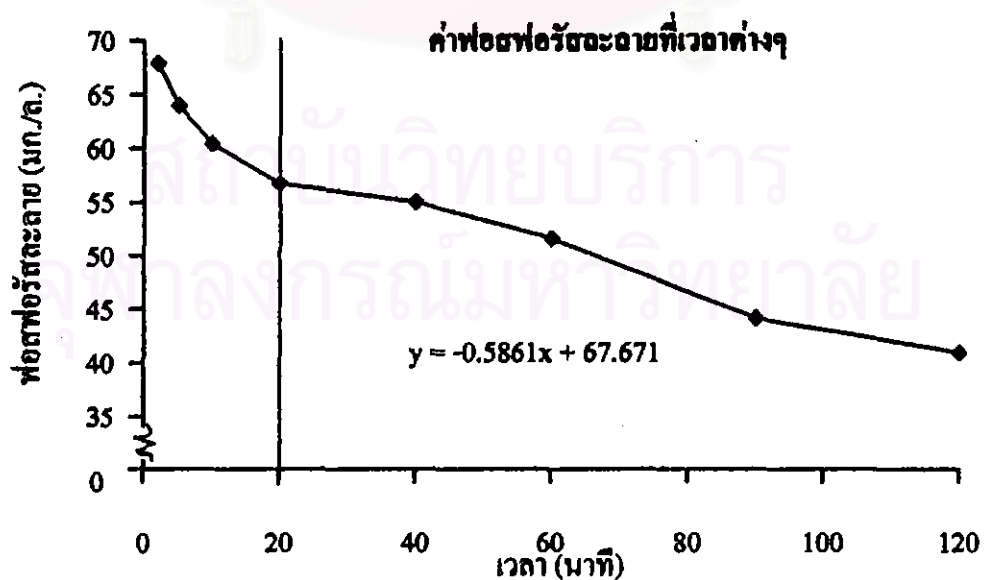
## ชุดการทดลองที่ 2

อัตราส่วนอาร์บีซีโอคิต่อฟอสฟอรัสเท่ากับ 12:1

อัตราการจับใช้ฟอสฟอรัสและอัตราการจับใช้ฟอสฟอรัสจำเพาะ

การทดลองเป็นแบบแบดจ์ โดยใช้สลัดจ์จากปลายช่วงแอนแอโรบิกที่สถานะคงตัวของชุดการทดลองที่ 2 นำมาล้างด้วยน้ำประปา 3 ครั้ง แล้วแยกเฉพาะส่วนสลัดจ์ จากนั้นนำน้ำเสียสังเคราะห์ที่ไม่เคมีซีโอคิตัวส่วนอื่นๆ ใช้ตามสูตรน้ำเสีย เทรวมกับสลัดจ์จนได้ปริมาตร 1.25 ลิตร เคมีอากาศให้ระบบ โดยทำการทดลองในบีกเกอร์พลาสติกขนาด 2 ลิตร

เวลา (นาที)	ฟอสฟอรัสละลาย (มก./ล.)
2	67.9
5	64.0
10	60.4
20	56.7
40	55.0
60	51.6
90	44.1
120	40.9



MLVSS = 745 mg/l

**อัตราการจับใช้ฟอสฟอรัสเฉพาะ (Specific Phosphorus Uptake Rate)**

= 0.787 mg P/g VSS-min.

= 47.203 mg P/g VSS-hr.

**อัตราการจับใช้ฟอสฟอรัส (Phosphorus Uptake Rate)**

= 0.586 mg P/min.



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

### ชุดการทดลองที่ 3

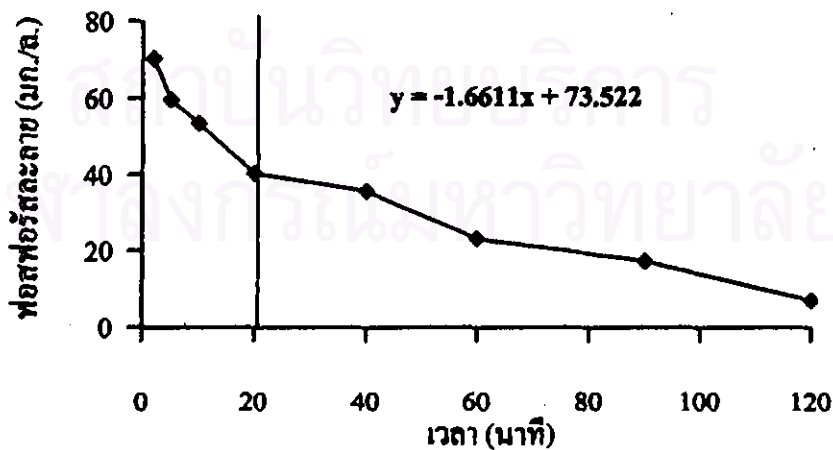
อัตราส่วนอาร์บีซีโอดีต่อฟอสฟอรัสเท่ากับ 24:1

อัตราการจับใช้ฟอสฟอรัสและอัตราการจับใช้ฟอสฟอรัสจำเพาะ

การทดลองเป็นแบบแบดจ์ โดยใช้สลักจจากปลายช่วงแอนแอโรบิกที่สถานะคงตัวของชุดการทดลองที่ 3 นำมาล้างด้วยน้ำประปา 3 ครั้ง แล้วแยกเฉพาะส่วนสลักจ จากนั้นนำน้ำนั้นเติมสังเคราะห์ที่ไม่เติมซีโอดีส่วนสารอื่นๆ ใช้ตามสูตรน้ำเสีย เทรวมกับสลักจจนได้ปริมาตร 1.25 ลิตร เติมอากาศให้ระบบ โดยทำการทดลองในบีกเกอร์พลาสติกขนาด 2 ลิตร

เวลา (นาที)	ฟอสฟอรัสละลาย (มก./ล.)
2	70.2
5	59.6
10	53.4
20	40.3
40	35.6
60	23.1
90	17.2
120	7.0

ค่าฟอสฟอรัสละลายที่เวลาต่างๆ



MLVSS = 1,750 mg/l

**อัตราการจับใช้ฟอสฟอรัสจำเพาะ (Specific Phosphorus Uptake Rate)**

= 0.949 mg P/g VSS-min.

= 56.952 mg P/g VSS-hr.

**อัตราการจับใช้ฟอสฟอรัส (Phosphorus Uptake Rate)**

= 1.661 mg P/min.



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

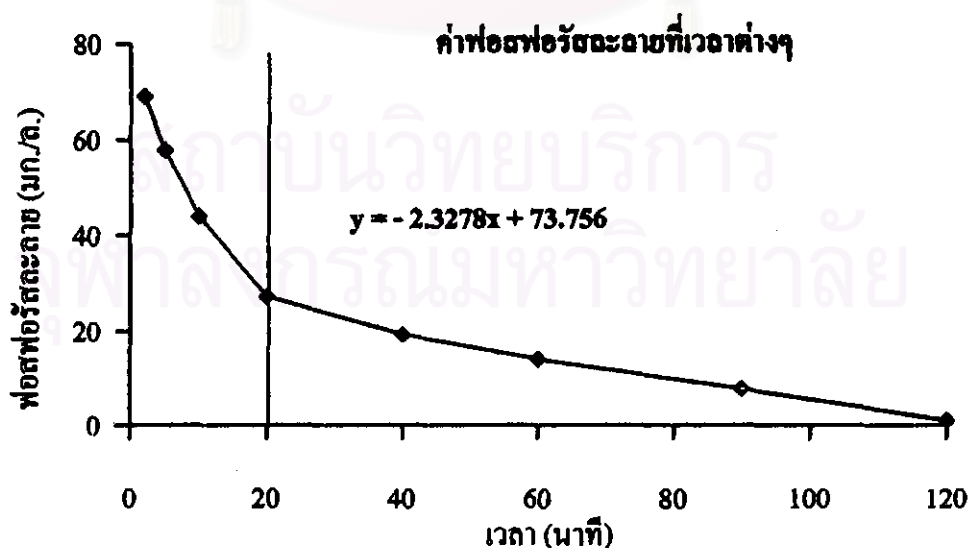
#### ชุดการทดลองที่ 4

อัตราส่วนอาร์บีซีโอดีต่อฟอสฟอรัสเท่ากับ 48:1

อัตราการจับใช้ฟอสฟอรัสและอัตราการจับใช้ฟอสฟอรัสจำเพาะ

การทดลองเป็นแบบแบตช์ โดยใช้สลัดจ์จากปลายช่วงแอนแอโรบิกที่สถานะคงตัวของชุดการทดลองที่ 4 นำมาล้างด้วยน้ำประปา 3 ครั้ง แล้วแยกเฉพาะส่วนสลัดจ์ จากนั้นนำน้ำเสียซึ่งกระเพื่อมที่ไมเคิมซีโอดีส่วนสารอื่นๆ ใช้ตามสูตรน้ำเสีย เทรวมกับสลัดจ์จนได้ปริมาตร 1.25 ลิตร เดิมอากาศให้ระบบ โดยทำการทดลองในบีกเกอร์พลาสติกขนาด 2 ลิตร

เวลา (นาที)	ฟอสฟอรัสละลาย (มก./ล.)
2	69.1
5	57.8
10	44.0
20	27.2
40	19.2
60	14.0
90	7.7
120	1.0



MLVSS = 3,300 mg/l

**อัตราการจับใช้ฟอสฟอรัสจำเพาะ (Specific Phosphorus Uptake Rate)**

= 0.705 mg P/g VSS-min.

= 42.324 mg P/g VSS-hr.

**อัตราการจับใช้ฟอสฟอรัส (Phosphorus Uptake Rate)**

= 2.328 mg P/min.



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ฉ.

การคำนวณหาค่าอัตราส่วนต่างๆของชุดควบคุม

จากค่าพารามิเตอร์ต่างๆของชุดควบคุมที่สถานะคงตัวสามารถนำมาหาค่าอัตราส่วนต่างๆที่สถานะแอนแอโรบิกและแอโรบิก เพื่อนำไปหาความสัมพันธ์กับค่าพารามิเตอร์อื่นๆ ซึ่งทำได้โดยการหาส่วนต่างของค่าต่างๆที่ขึ้นตอนแอนแอโรบิกและแอโรบิกดังแสดงในตารางที่ ฉ-1 ก่อน โดยค่าพารามิเตอร์ที่นำมาคำนวณเป็นค่าเฉลี่ยของผลการทดลอง 5 วัน ที่สถานะคงตัว ยกเว้นค่าพีเอชเอเป็นค่าจากกราฟไทเทรฟของพีเอชเอในระบบ จากนั้นจึงทำการคำนวณหาค่าอัตราส่วนต่างๆของพารามิเตอร์ต่างๆที่ขึ้นตอนแอนแอโรบิกและแอโรบิก ดังแสดงในตารางที่ ฉ-2 และ ฉ-3 ตามลำดับ

ตารางที่ ฉ-1 การคำนวณหาส่วนต่างๆของพารามิเตอร์ต่างๆที่ขึ้นตอนแอนแอโรบิกและแอโรบิก

ก) ฟอสฟอรัส

พารามิเตอร์	ฟอสฟอรัส (มก./ล.)				$\Delta P_{up(ANA)}^{(d-b-a)}$ (มก./ล.)	$\Delta P_{up(AER)}^{(e-b-c)}$ (มก./ล.)
	น้ำเข้า*	$t=0^{**}$ <sup>(a)</sup>	ANA <sup>(b)</sup>	AER <sup>(c)</sup>		
RBCOD:P						
6:1	14.9	13.9	22.6	11.8	8.7	10.8
12:1	15.0	12.9	31.4	8.7	18.5	22.7
24:1	14.9	11.2	40.0	3.7	28.8	36.3
48:1	14.9	9.9	61.3	0.0	51.4	61.3

ข) ซีไอดี

พารามิเตอร์	ซีไอดี (มก./ล.)				$\Delta COD_{up(ANA)}^{(d-b-a)}$ (มก./ล.)
	น้ำเข้า*	$t=0^{**}$ <sup>(a)</sup>	ANA <sup>(b)</sup>	AER <sup>(c)</sup>	
RBCOD:P					
6:1	86	57	2	0	55
12:1	176	118	10	1	108
24:1	344	230	13	2	117
48:1	696	464	18	7	446



ตารางที่ จ-1 การคำนวณหาส่วนต่างๆของพารามิเตอร์ต่างๆที่ขึ้นคอนแอนแอโรบิกและแอโรบิก(ต่อ)

ค) กรดไขมันระเหยง่าย

พารามิเตอร์	กรดไขมันระเหยง่าย (มก./ล.)				$\Delta VFA_{\text{prod(ANA)}}^{(d-b-a)}$ (มก./ล.)
	น้ำเข้า*	$t = 0^{***(a)}$	ANA <sup>(b)</sup>	AER <sup>(c)</sup>	
6:1	73	49	0	0	49
12:1	135	90	0	0	90
24:1	263	175	0	0	175
48:1	543	362	0	0	362

ง) ปริมาณฟิเอซอในระบบ

พารามิเตอร์	ฟิเอซอ (มก./ล.)			$\Delta PHA_{\text{prod(ANA)}}^{(d-b-a)}$ (มก./ล.)	$\Delta PHA_{\text{oxid(AER)}}^{(e-b-c)}$ (มก./ล.)
	$t = 0^{***(a)}$	ANA <sup>(b)</sup>	AER <sup>(c)</sup>		
6:1	66	133	66	67	67
12:1	165	284	170	119	114
24:1	255	420	217	165	203
48:1	387	591	270	204	321

หมายเหตุ: \* ค่าตัวอย่างน้ำที่ไม่ผ่านการกรอง(ค่าทั้งหมด)

\*\*  $t = 0$  หมายถึง ผลจากการคำนวณ โดยนำปริมาณสารที่มีในน้ำที่ค้างถัง 1.33 ลิตร รวมกับ

ปริมาณสารในน้ำที่จะเดิมเข้าถัง 6.67 ลิตรแล้วหารด้วยปริมาตรทั้งหมดคือ 12 ลิตร

\*\*\* ฟิเอซอที่เวลา  $t = 0$  หากจากการลากเส้นกราฟโพรไฟล์ของปริมาณฟิเอซอในระบบตัดที่แกน Y เพื่อหาค่าฟิเอซอที่เวลาดังกล่าว

ตารางที่ จ-2 การคำนวณค่าอัตราส่วนของพารามิเตอร์ต่างๆที่ขึ้นคอนแอนแอโรบิกของชุดควบคุม

RBCOD:P	$\Delta P_{\text{rel}}$	$\Delta \text{COD}_{\text{upt}}$ (ANA)	$\Delta \text{VFA}_{\text{upt}}$ (ANA)	$\Delta \text{PHA}_{\text{prod}}$	$\Delta P_{\text{rel(ANA)}} /$ $\Delta \text{COD}_{\text{upt(ANA)}}$	$\Delta P_{\text{rel(ANA)}} /$ $\Delta \text{VFA}_{\text{upt(ANA)}}$	$\Delta \text{PHA}_{\text{prod(ANA)}} /$ $\Delta \text{COD}_{\text{upt(ANA)}}$
6:1	8.7	55	49	67	0.16	0.18	1.22
12:1	18.5	108	90	119	0.17	0.21	1.11
24:1	28.8	217	175	165	0.13	0.16	0.76
48:1	51.4	446	362	204	0.12	0.14	0.46

ตารางที่ ๓-3 การคำนวณค่าอัตราส่วนของพารามิเตอร์ต่างๆที่ขั้นตอนแอโรบิกของชุดควบคุม

RBCOD:P	$\Delta P_{up}$	$\Delta PHA_{oxidize}$	$\frac{\Delta P_{up(AER)}}{\Delta COD_{up(ANA)}}$	$\frac{\Delta P_{up(AER)}}{\Delta VFA_{up(ANA)}}$	$\frac{\Delta P_{up(AER)}}{\Delta PHA_{oxidize}}$
6:1	10.8	67	0.20	0.22	0.17
12:1	22.7	114	0.21	0.25	0.21
24:1	36.3	203	0.17	0.21	0.17
48:1	61.3	321	0.14	0.17	0.18



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## ภาคผนวก ข.

### การเพาะเชื้อพีเอไอ

เนื่องจากการทดลองเพาะเลี้ยงเชื้อในตอนแรกได้นำเชื้อจากโรงบำบัดน้ำเสียที่พระยามาเพาะเลี้ยงเพื่อให้เกิดจุลชีพพวกพีเอไอ ซึ่งเป็นจุลชีพที่มีความสามารถในการจับใช้ฟอสฟอรัสได้มากกว่าปกติ แต่พบว่าไม่สามารถเพาะเลี้ยงให้เกิดจุลชีพพวกพีเอไอได้ ดังนั้นจึงได้ทำการเพาะเลี้ยงเชื้อ *Pseudomonas Fluorescens* ซึ่งเป็นจุลชีพที่เป็นพวกพีเอไอ โดยซื้อเชื้อดังกล่าวมาจากหน่วยบริการเชื้อพันธุ์จุลินทรีย์ ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ เนื่องจากเชื้อที่ซื้อมานั้นถูกเลี้ยงในงานเพาะเชื้อและปริมาณของเชื้อมีน้อยมาก ดังนั้นจะต้องนำเชื้อดังกล่าวมาเลี้ยงเพื่อเพิ่มปริมาณให้มากขึ้น โดยใช้ flask รูปชมพู่ขนาด 500 มล. และอาหารที่ใช้เลี้ยงเชื้อคือนิวทริยอนด์บรอกซ์ที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว(เพื่อป้องกันการปนเปื้อนของเชื้อชนิดอื่นๆ) ปิดฝา flask โดยใช้สำลีอุดให้แน่น จากนั้นทำการเขย่าในเครื่องเขย่าจนกระทั่งสังเกตเห็นว่าสารละลายเริ่มขุ่นหรือมีปริมาณเชื้อมากพอก็ทำการถ่ายเชื้อใส่ใน flask ใบใหม่เพื่อให้ได้ปริมาณเชื้อที่มากขึ้น(ภาชนะที่ใช้ต้องผ่านการฆ่าเชื้อทั้งหมด) จากนั้นนำเชื้อทั้งหมดที่เลี้ยงไว้มาถ่ายใส่ภาชนะขนาด 3 ลิตร โดยใช้นิวทริยอนด์บรอกซ์เป็นสารอาหารเช่นเดิม ทำการเลี้ยงให้มีสภาพแอนแอโรบิก, แอโรบิก และดกตะกอน เท่ากับ 4, 19 และ 1 ชั่วโมงตามลำดับ เมื่อเลี้ยงจนมีปริมาณเชื้อมากพอก็นำมาถ่ายใส่ถึงหลอดตึกขนาด 30 ลิตร แล้วเปลี่ยนมาเลี้ยงด้วยน้ำเสียสังเคราะห์ที่มีอัตราส่วนซีโอดีต่อฟอสฟอรัสเท่ากับ 20:1 โดยใช้เวลายาวของระบบเท่าเดิม เพื่อปริมาณเชื้อให้มากๆ และทำการวัดค่ามวลจุลชีพในระบบและฟอสฟอรัสในระบบที่ขึ้นตอนแอนแอโรบิกและขึ้นตอนแอโรบิกเป็นระยะๆ จนมั่นใจว่าระบบสามารถกำจัดฟอสฟอรัสทางชีวภาพได้ จึงนำเชื้อที่เลี้ยงไว้ดังกล่าวมาใช้ในการทดลอง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## ภาคผนวก ข.

### บันทึกการทดลอง

#### เดือนมิถุนายน 2541

- นำสตัดจ์จาก โรงบำบัดน้ำเสียที่พระยามาเลี้ยงด้วยน้ำเสียสังเคราะห์
- จัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์ต่างๆที่ใช้ในงานวิจัย

#### เดือนกรกฎาคม 2541

- ซื้อเชื้อ *Pseudomonas Fluorescens* มาเลี้ยงแบบ pure culture โดยใช้ น้ำเสียสังเคราะห์จนได้เชื้อปริมาณมากขึ้น
- นำเชื้อจาก โรงบำบัดน้ำเสียที่พระยาที่เลี้ยงไว้มาผสมกับเชื้อ *Pseudomonas Fluorescens* ซึ่งเลี้ยงแบบ pure culture เพื่อให้เกิดจุลชีพพวกฟิเอ โอ

#### เดือนสิงหาคม 2541

- ทดสอบการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ เช่น ไบโอมว เครื่องเค็มอากาศ
- ติดตั้งเครื่องมือ ระบบไฟฟ้าและถังปฏิกรณ์

#### เดือนกันยายน-ตุลาคม 2541

- ศึกษาและเขียน โปรแกรมการทำงานของ PLC (Programmable Logic Control)
- ทำการหาค่ามวลจุลชีพและค่าฟอสฟอรัสที่สภาวะต่างๆของ pure culture และเชื้อจากโรงบำบัดน้ำเสียที่พระยาเพื่อดูว่ามีพวกฟิเอโอเกิดขึ้นในระบบแล้วหรือยัง ซึ่งพบว่ามีการปลดปล่อยฟอสฟอรัสแต่ยังจับไร้ฟอสฟอรัสได้ไม่ดีเท่าที่ควร

#### เดือนพฤศจิกายน 2541

- ทำการวัดค่ามวลจุลชีพ และฟอสฟอรัสอีกครั้ง พบว่าทั้ง pure culture และเชื้อจากที่พระยาสามารถปลดปล่อยและจับไร้ฟอสฟอรัสได้ดี
- ปลายเดือนเริ่มทำการ start up ระบบของชุดควบคุม(6:1, 12:1, 24:1 และ 48:1)

#### เดือนธันวาคม 2541

- วันที่ 5 ธันวาคม พ.ศ. 2541 : จากการวัดค่าเอ็มแอลเอสเอสของชุด 6:1 พบว่ามีค่าเอ็มแอลเอสเอสค่ามากที่สุดคือ 700 มก./ล. เนื่องจากกำหนดให้ค่าบีโอดีของน้ำเข้ามีค่าเพียง 75 มก./ล. ดังนั้นอาจารย์ธงชัยจึงได้แนะนำให้เพิ่มค่าบีโอดีน้ำเข้าเป็น 300 มก./ล.เหมือนกับชุด 24:1

แล้วจึงค่อยๆลดค่าบีโอดีให้เหลือ 150 และ 75 มก./ล. เพื่อดูว่าเซลล์ที่มีปริมาณลดลงเนื่องจากอาหารไม่เพียงพอ

- หาค่าอัตราส่วนของค่า BOD<sub>5</sub>:COD ของไซเคิลอะซิติกและนิวเทรียนด์บรอร์พบว่า มีค่าเท่ากับ 0.88 และ 0.81 ตามลำดับ

#### เดือนมกราคม 2542

- วันที่ 4 มกราคม พ.ศ. 2542 : เปลี่ยนตำแหน่งระบายน้ำใต้วงในบึงสำหรับทุกการทดลอง โดยเปลี่ยนอัตราส่วนของ  $V/V_0$  จาก 1:1 เป็น 2:1 (โดย  $V_0$  คือปริมาตรของน้ำเข้า ส่วน  $V$  คือปริมาตรของน้ำค้างในถัง) เนื่องจากบีโอดีน้ำเข้าของชุด 6:1 มีค่าน้อยมากเพียง 75 มก./ล. ดังนั้นจึงทำการเพิ่มปริมาณน้ำเข้าโดยเพิ่มอัตราส่วนของ  $V/V_0$ .
- วันที่ 18 มกราคม พ.ศ. 2542 : พบว่าชุด 48:1 สถักจ์ตะกอนไม่ดี, มีลักษณะเป็นฟูๆ และ ความสูงของสถักจ์หลังจากตกตะกอนแล้วมีความสูงเกินกว่าจุระบายน้ำใต้วงในบึง ทำให้เมื่อระบายน้ำใต้วงในบึงจึงมีสถักจ์บางส่วนหลุดออกไปพร้อมกับน้ำออกเป็นจำนวนมาก อาจารย์รัชชัชจึงแนะนำให้เปลี่ยนค่าอายุสถักจ์จาก 8 วัน เป็น 6 วัน เพื่อลดปริมาณของเอ็มแอลเอสเอสในระบบ ซึ่งอาจจะทำให้สถักจ์ที่หลุดออกไปพร้อมกับน้ำออกมีค่าลดลง
- วันที่ 20 มกราคม พ.ศ. 2542 : หลังจากลองเปลี่ยนค่าอายุสถักจ์จาก 8 วันเป็น 6 วันแล้ว พบว่าชุด 48:1 ก็ยังมีสถักจ์หลุดออกมาพร้อมกับน้ำออกเหมือนเดิม เนื่องจากสถักจ์มีลักษณะเป็นฟูๆและตกตะกอนไม่ดี อาจารย์รัชชัชจึงแนะนำให้เอาสถักจ์ที่หลุดออกไปพร้อมกับน้ำออกมาเทกลับลงในถังปฏิกริยา
- วันที่ 22 มกราคม พ.ศ. 2542 : ค่าเอ็มแอลเอสเอสของชุด 6:1 มีค่าลดลงมากเหลือเพียง 450 มก./ล. อาจารย์รัชชัชจึงให้เปลี่ยนค่าอายุสถักจ์จาก 6 วันกลับไปเป็น 8 วันเหมือนเดิม
- วันที่ 29 มกราคม พ.ศ. 2542 : ชุด 48:1 ยังคงมีสถักจ์หลุดออกมาพร้อมน้ำออก สถักจ์มีการตกตะกอนไม่ดี

#### เดือนกุมภาพันธ์ 2542

- วันที่ 2 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2542 : สถักจ์ในชุด 48:1 ยังคงตกตะกอนไม่ดีและยังคงมีสถักจ์หลุดออกมาพร้อมกับน้ำออกอีกเหมือนเดิม ดังนั้นจึงเทสถักจ์เดิมทิ้งและนำสถักจ์จากถัง seed มาทำการเลี้ยงใหม่แทน
- วันที่ 22 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2542 : ไฟฟ้าดับตอนกลางคืนทำให้ระบบหยุดทำงาน

#### เดือนมีนาคม 2542

- วันที่ 11 มีนาคม พ.ศ. 2542 : จากผลการทดลองที่ผ่านมาพบว่า ค่าไนโตรเจนและไนไตรต์ที่ปลายช่วงแอนีออกซิกยังคงมีค่าสูง ซึ่งอาจจะเนื่องมาจากปริมาณไนโตรเจนในน้ำเข้ามีค่า

มากเกินไป ดังนั้นจึงทำการเปลี่ยนสูตรของน้ำเสียสังเคราะห์ใหม่ให้มีไนโตรเจนใน ปริมาณที่เพียงพอต่อความต้องการของเซลล์เท่านั้น โดยใช้อัตราส่วน BOD:N = 100:5 ซึ่ง ในการทดลองนี้ปริมาณไนโตรเจนที่เติมลงในน้ำเสียสังเคราะห์จะได้จากนิวเทรียนต์บรธ โดยที่นิวเทรียนต์บรธ 750 มก.จะมีไนโตรเจน 100 มก. ดังนั้นสูตรน้ำเสียสังเคราะห์ที่ใช้ แหล่งคาร์บอนจากโซเดียมอะซิเตดและนิวเทรียนต์บรธในอัตราส่วน 1 ต่อ 1 จึงต้อง เปลี่ยนแปลงโดยใช้นิวเทรียนต์บรธในปริมาณที่ให้ค่าไนโตรเจนเพียงพอต่อความ ต้องการของเซลล์ ส่วนค่าบีโอดีที่เหลือก็จะใช้โซเดียมอะซิเตดเป็นแหล่งคาร์บอนแทนทั้ง หหมด

- ช่วงวันที่ 29-31 มีนาคม พ.ศ. 2542 : นำสัณฐานที่ระบายนึ่งจากชุด 48:1 ซึ่งสามารถกำจัด ฟอสฟอรัสได้ดีมาเติมลงในชุด 6:1 วันละ 1.25 ลิตร(โดยชุด 48:1 มีค่าเอ็มแอลเอสเอส ประมาณ 5,000 มก./ล.) เพื่อให้แน่ใจว่าที่ชุด 6:1 มีจุลินทรีย์ที่สามารถกำจัดฟอสฟอรัสได้ดี และคิดว่าชุด 6:1 มีการปลดปล่อยและจับใช้ฟอสฟอรัสหรือไม่ เนื่องจากผลการทดลองที่ ผ่านมาชุด 6:1 เกือบจะไม่มีมีการปลดปล่อยและจับใช้ฟอสฟอรัส ค่าฟอสฟอรัสของน้ำเข้า และน้ำออกมีค่าไม่แตกต่างกันมากนัก ที่เป็นเช่นนี้ก็อาจจะเนื่องมาจากชุด 6:1 มีแหล่ง คาร์บอนน้อย(กำหนดให้ค่าบีโอดีของน้ำเข้ามีค่า 75 มก./ล.) จึงทำให้ปริมาณเซลล์มีน้อย และมีปริมาณของกรดไขมันที่ย่อยง่ายที่จะนำไปใช้ในการสะสมฟอสเฟตมีน้อยลง จึงไม่มีการ ปลดปล่อยและจับใช้ฟอสฟอรัสเกิดขึ้น และพบว่าค่าของแข็งแขวนลอยในน้ำออกของชุด 6:1 มีค่าสูงมากกว่าเดิม

#### เดือนเมษายน 2542

- วันที่ 2 เมษายน พ.ศ. 2542 : หลังจากทดลองไม่เติม  $\text{NaHCO}_3$  ในชุด 12:1 เพื่อดูว่าค่าพีเอช ในช่วงปลายแอนแอโรบิกจะลดลงหรือไม่ ปรากฏว่าพีเอชยังคงมีค่าสูงกว่า 7.5 และมีค่า สูงกว่าเมื่อเติม  $\text{NaHCO}_3$  อีกด้วย และแม้ว่าจะเติม  $\text{NaHCO}_3$  ในปริมาณเพียงครึ่งหนึ่งของ ปริมาณที่จะต้องเติมจริงๆค่าพีเอชที่วัดได้ในช่วงปลายแอนแอโรบิกก็ยังคงมีค่าสูงกว่าเมื่อ เติมในปริมาณปกติ และพบว่าค่าพีเอชยังคงสูงกว่า 7.5
- วันที่ 7 เมษายน พ.ศ. 2542 : เทดสอบของชุด 12:1 ที่ทิ้ง และนำสัณฐานจากถัง seed ผสมรวม กับสัณฐานที่ได้จากการ excess sludge ของชุด 48:1 ซึ่งมีการกำจัดฟอสฟอรัสได้ดีมาทำการ ทดลองใหม่เนื่องจากพบว่าในระยะหลังๆชุด 12:1 เริ่มมีการกำจัดฟอสฟอรัสได้ไม่ดีและ ไม่ค่อยมีการปลดปล่อยและจับใช้ฟอสฟอรัสจึงต้องทำการเดินระบบใหม่ โดยใช้สัณฐานที่ ก่อนข้างจะแน่ใจว่าเป็นฟิโอโอม่าทำการทดลองใหม่
- หากอัตราส่วน  $\text{BOD}_5:\text{COD}$  ของกรดอะซิติกเพื่อนำมาใช้ในการคำนวณสูตรน้ำเสีย สังเคราะห์ใหม่ โดยพบว่า ค่าอัตราส่วนของ  $\text{BOD}_5:\text{COD}$  ของกรดอะซิติกมีค่าเท่ากับ 0.64

และทำการเปลี่ยนสูตรน้ำเสียใหม่เพื่อให้ น้ำเสียสังเคราะห์ในแต่ละการทดลองมีค่าบีโอดี ตามที่ต้องการ

- วันที่ 17 เมษายน พ.ศ. 2542 : เปลี่ยนสารอาหารจากการใช้ไซเคียมอะซิเตดมาใช้กรดอะซิติกแทน เพื่อที่จะลดค่าพีเอชในช่วงปลายแอนแอโรบิกของชุด 24:1 และ 48:1 ไม่ให้มีค่าเกิน 7.5 โดยจะทำการเปลี่ยนจากการใช้ไซเคียมอะซิเตดมาใช้กรดอะซิติกแทนในทุกการทดลอง
- วันที่ 29 เมษายน พ.ศ. 2542 : เปลี่ยนสูตรน้ำเสียใหม่อีกครั้งโดยลดปริมาณของไนโตรเจนในน้ำเข้าจากอัตราส่วนของ BOD:N = 100:5 เป็น 100:3.5 เพื่อให้มีปริมาณเพียงพอต่อความต้องการของเซลล์เท่านั้น เนื่องจากในการวัดค่าไนเตรดในช่วงต้นแอนีออกซิกของแต่ละชุดการทดลองยังพบว่าไนเตรดยังมีค่าสูงอยู่ และในชุด 6:1 และ 12:1 แม้ว่าจะวัดค่าไนเตรดในช่วงปลายแอนีออกซิกอีกครั้งก็ยังพบว่ามีไนเตรดเหลืออยู่ในปริมาณที่ใกล้เคียงกับในช่วงต้นแอนีออกซิกคือมีค่าประมาณ 0.9-1.4 มก./ล. ส่วนในชุด 24:1 และ 48:1 นั้นปริมาณไนเตรดที่วัดได้ในช่วงต้นแอนีออกซิกก็มีค่าค่อนข้างมากประมาณ 1.8-2.3 มก./ล. แต่ค่าไนเตรดที่วัดได้ในช่วงปลายแอนีออกซิกมีค่าน้อยมากและในบางครั้งวัดได้ค่าเท่ากับ 0 มก./ล. ซึ่งทั้งนี้อาจเนื่องมาจากชุด 24:1 และ 48:1 มีจำนวนเอ็มแอลเอสเอสมากกว่าชุด 6:1 และ 12:1 ดังนั้นจึงเกิดปฏิกิริยาคีโนครีเฟชันโดยใช้แหล่งคาร์บอนจากภายในเซลล์ได้สูงกว่า

#### เดือนพฤษภาคม 2542

- วันที่ 12 พฤษภาคม พ.ศ. 2542 : เปลี่ยนสูตรน้ำเสียสังเคราะห์ใหม่โดยใช้กรดอะซิติกและอะซิเตดในอัตราส่วนอย่างละครึ่งหนึ่งของบีโอดีที่ต้องการ (โดยลบออกจากค่าบีโอดีที่ได้จากนิวเทรียนด์บรอสแล้ว) เพื่อเพิ่มค่าพีเอชของน้ำเข้าให้สูงขึ้น เนื่องจากน้ำเสียเข้าของชุด 24:1 และ 48:1 ซึ่งมีการใช้กรดอะซิติกเป็นปริมาณมากเพื่อให้ได้ค่าบีโอดีตามที่ต้องการมีค่าพีเอชค่ามากและการกำจัดฟอสฟอรัสเริ่มเสื่อมลง ตะกอนตกไม่ค่อยดีและน้ำออกมีสลดจ์หลุดออกมามากขึ้น

#### เดือนมิถุนายน 2542

- วันที่ 14 มิถุนายน พ.ศ. 2542 : เปลี่ยนสูตรน้ำเสียสังเคราะห์ใหม่โดยใช้อะซิเตดและนิวเทรียนด์บรอสเป็นแหล่งคาร์บอนเพียงอย่างเดียว เนื่องจากเมื่อใช้กรดอะซิติกแล้วพบว่าระบบมีการทำงานในการกำจัดฟอสฟอรัสที่เสื่อมลง โดยในชุด 48:1 ฟอสฟอรัสในน้ำออกมีค่าเพิ่มจาก 0 จนมีค่าประมาณ 3-4 มก./ล. และในชุด 6:1 และ 12:1 สลดจ์มีลักษณะเป็นฟู)

- วันที่ 16 มิถุนายน พ.ศ. 2542 : เปลี่ยนสูตรน้ำเสียสังเคราะห์โดยลดปริมาณของไนโตรเจนในน้ำเสียสังเคราะห์ลงอีก จากที่เคยกำหนดให้ค่าอัตราส่วน BOD:N = 100:3.5 จะเปลี่ยนเป็น 100:3 เพราะว่าชุด 6:1 และ 12:1 ที่ปลายของช่วงแอเนอโรบิกยังคงมีในเทรตเหลืออยู่อีกประมาณ 0.7-0.9 มก./ล. และน้ำออกของทุกชุดการทดลองยังคงมีค่าที่เคเอ็นในน้ำออกอยู่อีกประมาณ 0.5 มก./ล.

#### เดือนสิงหาคม 2542

- วันที่ 2 สิงหาคม พ.ศ. 2542 : อาจารย์ธงชัยได้แนะนำเปลี่ยนมาใช้ค่าอาร์บีซีโอดีแทนค่าบีโอดีในการคิดเทียบกับอัตราส่วนของฟอสฟอรัสตามที่ได้นำเสนอในโครงร่างวิทยานิพนธ์ เนื่องจากวัดค่าซีโอดีนั้นมีความเที่ยงตรงและแม่นยำมากกว่าการวัดค่าบีโอดี อีกทั้งในงานวิจัยนี้สารอาหารที่ใช้อยู่ในรูปอาร์บีซีโอดีเป็นส่วนใหญ่ ดังนั้นค่าบีโอดีและค่าอาร์บีซีโอดีที่ได้จึงไม่มีความแตกต่างกันมากนัก

#### เดือนกันยายน 2542

- วันที่ 12 กันยายน พ.ศ. 2542 : เริ่มทำการเก็บผลที่สถานะคงตัวของชุดควบคุม

#### เดือนตุลาคม 2542

- เริ่มทำการทดลองเก็บผลโพไฟต์ของพารามิเตอร์ต่างๆของชุดควบคุม
- เริ่มทำการทดลองหาค่า SPRR และ SPUR ของชุดควบคุม

#### เดือนพฤศจิกายน 2542

- ทำการทดลองหาค่า SPRR และ SPUR ใหม่ เพราะในการนำสถิติจากปลายช่วง ANA และ AER มาใช้ในการทดลองนั้น ในตอนแรกทำการตั้งสถิติโดยใช้ น้ำ RO ซึ่งอาจจะทำให้เซตแตกได้ อ.ธงชัยแนะนำให้ใช้น้ำประปาแทน และในการหาค่า SPRR นั้นให้เติมซีโอดีเท่ากันทุกชุดทดลองแต่ให้เติมในปริมาณหลายๆเพื่อจะได้เห็นผลได้ชัดเจน ส่วนการหาค่า SRUR นั้นก็ให้เติมฟอสฟอรัสในปริมาณหลายๆเช่นกัน
- เริ่มทำการทดลองแบบแบตช์ของชุดควบคุม

#### เดือนธันวาคม 2542

- วันที่ 29 ธันวาคม พ.ศ. 2542 : เริ่มทำการทดลองของชุดทดสอบ(6:1@AER, 24:1@AER และ 48:1@AER)

#### เดือนมกราคม 2543

- วันที่ 14 มกราคม พ.ศ. 2543 : เริ่มเก็บผลโพไฟต์ค่า DO, ORP, P และ PHA ของชุด 6:1@AER



- วันที่ 18 มกราคม พ.ศ. 2543 : เริ่มเก็บผลโทรไฟล์ค่า DO, ORP, P และ PHA ของชุด 24:1@AER และ 48:1@AER



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## ประวัติผู้วิจัย

นางสาวอร รุ่งเรืองวัฒน์ เกิดเมื่อวันที่ 2 กันยายน พ.ศ. 2516 ที่จังหวัดบุรีรัมย์ สำเร็จการศึกษา ได้รับปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยขอนแก่น ในปี พ.ศ. 2537 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ที่ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปี พ.ศ. 2539



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย