

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

- กิตติศักดิ์ ต้นชนะชัย. 2539. การใช้ UASB บำบัดน้ำเสียจากโรงงานอาหารทะเลแช่แข็ง.
วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย.
- ธงชัย พรรณสวัสดิ์. 2535. คู่มือวิเคราะห์น้ำเสีย. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร:
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นาฏนดา ธรินทรวรคูปต์. 2537. ระบบตัวกลางกรอง - ยูเอเอสบี แบบอนุภูมิสูง ชนิดสอง
ขั้นตอนสำหรับบำบัดน้ำกากส่า. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาเคมีเทคนิค
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย.
- เพชรพร เชาวกิจเจริญ, บรรณาธิการ. 2538. การควบคุมดูแลระบบบำบัดน้ำเสีย. พิมพ์ครั้งที่ 2.
กรุงเทพมหานคร : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- มันสิน ต้นทุลเวศม์. 2536. การบำบัดน้ำเสียด้วยกระบวนการไร้ออกซิเจน. ภาควิชาวิศวกรรม
สิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- มันสิน ต้นทุลเวศม์. 2538. คู่มือวิเคราะห์คุณภาพน้ำ ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะ
วิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สันติ เหมศรี. 2539. การขยายส่วนการผลิตจิบเบอเรลลินโดย *Gibberella fujikuroi* N9-34.
วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. หลักสูตรเทคโนโลยีทางชีวภาพ บัณฑิตวิทยาลัย
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สัมพันธ์ เขียวเหมือน. 2540. การบำบัดน้ำเสียจากการหมักกรดมะนาวโดยระบบยูเอเอสบี.
วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. หลักสูตรเทคโนโลยีทางชีวภาพ บัณฑิตวิทยาลัย
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุเมธ ชวเดช. 2535. การบำบัดน้ำเสียโรงงานอุตสาหกรรม. เอกสารประกอบการสอนวิชา
Industrial Water Supply and Wastewater Treatment. ภาควิชาเคมีเทคนิค คณะ
วิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- อะเคื้อ บุญยศิริ. 2537. การบำบัดน้ำกากส่าโดยกระบวนการยูเอเอสพีที่อุณหภูมิสูง.
 วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต สาขาวิชาเคมีเทคนิค บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์
 มหาวิทยาลัย.
- อรรถวูทธิ รื่นใจ. 2541. บทบาทของสารให้อิเลคตรอนที่มีต่อการบำบัดน้ำเสียที่มีสี
 เอโซรีแอกทีฟด้วยระบบไร้ออกซิเจน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรม
 สิ่งแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ภาษาอังกฤษ

- APHA, AWWA, and WPCF. 1989. Standard Method for the Examination of Water and
 Wastewater. 16th ed. Washington D.C.
- Borja, R., and Banks, C.J. 1994. Kinetics of an upflow anaerobic sludge blanket
 reactor treating ice-cream wastewater. Environment Technology 15: 219-232.
- Buswell, A.M., Mueller, H.F. 1952. Mechanisms of methane fermentation. Industrial and
 Engineering Chemistry. 44: 550-552.
- Campos, C.M.M. and Anderson G.K. 1992. The effect of the liquid upflow velocity and
 the substrate concentration on the start-up and steady-state periods of lab-scale
 UASB reactor. Wat. Sci. Tech. 25(7) : 41-50.
- Carr, A.D., and O'Donnell R.C. 1977. The dynamic behavior of an anaerobic digester.
Prog. Wat. Tech. 9: 727-738.
- Ciftci, T., and Ozturk, I. 1993. Anaerobic treatment of the high strenght wastes from the
 yeast industry. Wat. Sci. Tech. 28(2) : 199-209.
- Dague, R.R. 1968. Application of digestion theory to digester control. JWPCF.
 12: 2021-2033.
- Dilallo, R. and Alberson, O.E. 1961. Volatile acids direct tritation. Journal Water Pollution
 Control Federation. 33(4).
- Ditchfield, P. 1986. Industrial waste water treatment : the anaerobic alternative.
TIBTECH. December. 309-313.

- Driessen, W.J.B.M., Tielbæard M.H., and Vereijken T.L.F.M. 1994. Experience on anaerobic treatment of distillery effluent with the UASB process. Wat. Sci. Tech. 30(12) : 193-201.
- Fang, H.H.P., Jinfu, Z., and Guohua, L., 1989. Anaerobic treatment of brewery effluent. Biotechnology Letters. 2(9): 673-678.
- Fang H.H.P., Chui H.K., and Li Y.Y. 1994. Microbial structure and activity of UASB granules treating different wastewaters. Wat. Sci. Tech. 30(12) : 87-96.
- Germirli, F., Orhon , D., Artan, N., Ubay, E., and Gorgun, E. 1993. Effect of two-stage treatment on the biological treatability of strong industrial waste. Water Science and Technology. 28(2): 145-154.
- Gonenc, I.E., and Kerestecioglu, M. 1990. Starting-up of a full-scale two-phase contact process treating citric acid wastewater. Water Science and Technology. 22(9): 175-182.
- Grady, C.P.L., Jr. and Lim, H.C. 1980. Biological wastewater treatment : theory and applications, Marcel Dekker, Inc., N.Y.
- Hajipakkos c., 1992. The application of full-scale UASB plant for the treatment of coffee waste. Wat. Sci. Tech. 25(1) : 17-22.
- Henry, M. P., Donlon, B. A., Lens, P. N., and Colleran, E. M. 1996. Use of anaerobic hybrid reactors for treatment of synthetic pharmaceutical wastewaters containing organic solvents. J. Chem. Tech. Biotechnol. 66: 251-264.
- Howgrave-Graham, Alan, R., Isherwood, H. A., and Wallis, F. M. 1994. Evaluation of two upflow anaerobic digesters purifying industrial wastewaters high in organic matter. Wat. Sci. Tech. 29(9): 225-229.
- Hulshoff Pol, L.W., de Zeeuw, W.J., Velzeboer, C.T.M., and Lettinga G. 1983. Granulation in UASB reactor. Wat. Sci. Tech. 15 : 291-304.
- Kosaric, N., and Blaszczyk, R. 1990. Microbial aggregates in anaerobic wastewater treatment. Advances in biochemical engineering and biotechnology. 42: 27-62.
- Lettinga, G., Van, Velson, A. F. M., Hobma, S. W., De Zeeuw, W., and Klapwijk, A. 1980. Use of the upflow sludge blanket (USB) reactor concept for biological

- wastewater treatment, especially for anaerobic treatment. Biotechnology and Bioengineering. 22: 699-734.
- Mathiot, S., Escoffier, Y., Ehlinger, F., Couderc, J.P., Leyris, J.P. and Moletta, R. 1992. Control parameter variations in an anaerobic fluidized bed reactor subjected to organic shockloads. Wat. Sci. Tech. 25(7) : 93-101.
- McCarty, P.L. 1964. Anaerobic waste treatment fundamentals. Public Works. No.9-12.
- Moobruuger, R. E., Wentzel, M. C., Ekama, G. A., and Marais, G. V. R. 1993. Treatment of wine distillery waste in UASB systems-feasibility, alkalinity requirements and pH control. Wat. Sci. Tech. 28(2): 45-54.
- Mosey, F.E. 1983. Mathematical modelling fo the anaerobic digestion process: regulatory mechanism for the fermentation of short chain volatile acids from glucose. Water Science and Technology. 15(18/9): 209-232.
- Morvai L., Mihaltz P., and Czako. 1992.The kinetic basis of a new start-up method to ensure the rapid granulation of anaerobic sludge. Wat. Sci. Tech. 25(7) : 113-122.
- Paula Jr D.R., and Foresti E.1992. Kinetic studies on a UASB reactor subjected to increasing COD concentration. Wat. Sci. Tech. 25(7) : 103-111
- Petersen S.P., and Ahing B.K. 1992. The influence of sulphate on substrate utilization in a thermophilic sewage sludge digester. Appl Microbiol Biotechnol 36 : 805-809.
- Riera, E.S., Cordoba, P., and Sinerizt, F. 1985. Use of the UASB reactor for the anaerobic treatment of stillage from sugar cane molasses. Biotech & Bioeng. xxvii : 1710-1716.
- Sam-soon, P. A. L. N. S., Leowenthal, R. E., Dold, P. L., and Marais, G. V. R. 1987. Hypothesis for pelletisation in the upflow anaerobic sludge reactor. Water SA. 13(2): 69-80.
- Sam-soon, P. A. L. N. S., Leowenthal, R. E., Wentzel, M. C., and Marais, G. V. R. 1990. Growth of biopelletes on glucose in upflow anaerobic sludge bed (UASB) system. Water SA. 16(13): 151-164.

- Sanberg M., and Ahring B.K. 1992. Anaerobic Treatment of fish meal process wastewater in a UASB reactor at high pH. Appl Microbiol Biotechnol. 36 : 800-804.
- Sanders, F.A. and Bloodgood, D.E. 1965. The effect of nitrogen to carbon ratio on anaerobic decomposition. Journal Water Pollution Control Federation. 37(12)
- Sawyer, C.N. and McCarty, P.L. 1978. Chemistry for Environmental Engineering. 3 rd editions, McGraw-Hill book Co-Singapore, Singapore.
- Schmidt, J.E., and Ahring B.K. 1996. Granular sludge formation in upflow anaerobic sludge blanket (UASB) reactors. Biotech & Bioeng. 49 : 229-246.
- Shin, H. S., Bae, B. U., Lee, J. J., and Paik, B. C. 1992. Anaerobic digestion of distillery wastewater in a two-phase UASB system. Wat. Sci. Tech. 25(7): 361-371.
- Terzis, E. 1994. Anaerobic treatment of industrial wastewater containing organic solvents. Wat.Sci.Tech. 29(9): 321-329.
- Vanderhaegen, B., et al. 1992. Acidogenesis in relation to in reactor granule yield. Wat. Sci. Tech. 25(7): 21-30.
- Vinas, M., Borzacconi, L., and Martinez, J. 1994. Anaerobic treatment of yeast manufacturing wastewater in UASB reactors. Environmental Technology. 15: 79-85.
- Volesky, B., 1978. Anaerobic digestion- optimization of energy source from wastes. International Conference on Water Pollution Control in Developing Countries Bangkok, Thailand. Feb 21-25.
- Wiegant, W.M., and Lettinga, G. 1985. Thermophilic anaerobic digestion of sugars in low anaerobic sludge blanket reactors. Biotechnology and Bioengineering. 27: 1603-1607.
- Yang P.Y., Chang L.J. and Whalen S.A. 1991. Anaerobic/Aerobic pretreatment of sugarcane mill wastewater for application of drip irrigation. Wat. Sci. Tech. 24(9) : 243-250.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

วิธีการวิเคราะห์ค่าตรวจชนิดต่าง ๆ ของน้ำเสียในงานวิจัย

ที่มา: มั่นสิน ตันทูลเวศม์, 2538; ธงชัย พรรณสวัสดิ์, 2535; APHA, 1989

1. ค่าความเป็นกรด - ด่าง (pH)

เครื่องมือและอุปกรณ์: เครื่องวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH meter)

สารเคมีที่ใช้: สารละลายบัฟเฟอร์ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่าง 4 และ 7

วิธีวิเคราะห์: วิเคราะห์โดยตรงด้วยเครื่องวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง แบบ Pocket ISFET pH Meter ของบริษัท Delta TRAK ประเทศสหรัฐอเมริกา

หมายเหตุ: รายละเอียดการใช้เครื่องวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง ศึกษาได้จากคู่มือการใช้งานเฉพาะเครื่องนั้นๆ

2. COD (Chemical Oxygen Demand)

เครื่องมือและอุปกรณ์: เครื่องมือที่ใช้ในการรีฟลักซ์แบบปิดประกอบด้วย

1. ภาชนะที่ใช้ในการย่อยสลาย (digestion vessel) เป็นหลอดทดลองที่เป็นบอโรซิลิเกต ขนาด 25 x 150 มิลลิเมตร พร้อมทั้งฝาจุกที่บุด้วย TFE

2. ที่ใส่หลอดทดลอง (test tube rack) ขนาด 3" x 3" สำหรับใส่หลอดทดลองให้ตั้งอยู่พอดี

3. เครื่องให้ความร้อนหรือเตาอบ (block heater or oven) ซึ่งสามารถให้ความร้อนที่อุณหภูมิระหว่าง 150 ± 2 องศาเซลเซียส

สารเคมีที่ใช้:

1. สารละลายมาตรฐานโพแตสเซียมไดโครเมต ความเข้มข้น 0.0167 โมลาร์

ละลายสารมาตรฐานปฐมภูมิ (primary standard) โพแตสเซียมไดโครเมต 4.1913 กรัม ซึ่งอบให้แห้งในตู้อบที่อุณหภูมิ 103 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ลงในน้ำกลั่น ประมาณ 500 มิลลิลิตร แล้วค่อย ๆ เติมกรดซัลฟิวริกเข้มข้นปริมาตร 167 มิลลิลิตร เติมเมอร์คิว

ริกซัลเฟต 33.3 กรัม คนให้ละลายตั้งทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง เติมน้ำกลั่นจนครบ 1,000 มิลลิลิตร

2. กรดซัลฟิวริกเอเจนต์

ละลายซิลเวอร์ซัลเฟต (Ag_2SO_4) 22 กรัม ลงในกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 1 ขวด ซึ่งมีน้ำหนัก 4.0 กิโลกรัม (ใช้เวลาในการละลาย 1 - 2 วัน)

3. สารละลายเฟอร์โรอิน อินดิเคเตอร์ (ferroin indicator)

ละลาย 1,10 ฟีนแอนโทรลีนโมโนไฮเดรต [1,10-phenanthroline monohydrate ($\text{C}_{12}\text{H}_8\text{N}_2\cdot\text{H}_2\text{O}$)] 1.485 กรัม และไอร์ออน (II) ซัลเฟตเฮปตาไฮเดรต ($\text{FeSO}_4\cdot 7\text{H}_2\text{O}$) 0.695 กรัม ในน้ำกลั่น แล้วเติมน้ำกลั่นจนมีปริมาตรครบ 100 มิลลิลิตร

4. สารละลายมาตรฐานเฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟต (FAS) ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์

ละลายแอมโมเนียมซัลเฟตเฮกซะไฮเดรต [$\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2\cdot 6\text{H}_2\text{O}$] 39.2 กรัม ในน้ำกลั่นประมาณ 500 มิลลิลิตร เติมกรดซัลฟิวริกเข้มข้นปริมาตร 20 มิลลิลิตร คนให้ละลาย ทิ้งให้เย็นแล้วเติมน้ำกลั่นจนมีปริมาตรครบ 1,000 มิลลิลิตร สารละลายนี้ต้องเทียบมาตรฐานกับสารละลายมาตรฐานโพแตสเซียมไดโครเมตทุกครั้งก่อนนำมาใช้

การหาความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานเฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟต

ปี เปตสารละลายมาตรฐานโพแตสเซียมไดโครเมต 3.0 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่น 5.0 มิลลิลิตรแล้วเติมกรดซัลฟิวริกเอเจนต์ 7.0 มิลลิลิตร ทิ้งให้เย็นแล้วนำมาไทเทรตกับสารละลายเฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟต โดยใช้เฟอร์โรอินเป็นอินดิเคเตอร์ 1 - 2 หยด ไทเทรตจนถึงจุดยุติจะเปลี่ยนจากสีฟ้าอมเขียวเป็นสีน้ำตาลแดง

การคำนวณ

ความเข้มข้นของสารละลายเฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟต (โมลาริตี)

$$= \frac{\text{ปริมาตรของ } 0.0167 \text{ โมลาร์ } \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \text{ (มิลลิลิตร)} \times 0.10}{\text{ปริมาตรของ FAS ที่ใช้ไทเทรต (มิลลิลิตร)}$$

ปริมาตรของ FAS ที่ใช้ไทเทรต (มิลลิลิตร)

วิธีวิเคราะห์ :

1. นำตัวอย่างน้ำ 5 มิลลิลิตร ใส่ลงในหลอดทดลอง แล้วเติมสารละลายมาตรฐานโพแตสเซียมไดโครเมต จำนวน 3 มิลลิลิตร แล้วค่อย ๆ เติมกรดซัลฟิวริกเอเจนต์ 7 มิลลิลิตร ปิดฝาหลอดให้แน่นแล้วคว่ำหลอดไปมาหลาย ๆ ครั้งเพื่อผสมให้เข้ากันอย่างทั่วถึง

2. เตรียมแบลงค์ (blank) เช่นเดียวกับตัวอย่างแต่นำน้ำกลั่นแทนน้ำตัวอย่าง

3. นำหลอดทดลองเหล่านี้ไปใส่ในตู้อบ(hot air oven) ซึ่งทำให้ร้อนที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส ใช้เวลารีฟลักซ์ 2 ชั่วโมง แล้วทิ้งให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง

4. ไทเทรตหาปริมาณไดโครเมตที่เหลือด้วยสารละลายเฟอร์ริสแอมโมเนียมซัลเฟต โดยใช้เฟอร์ริอินเป็นอินดิเคเตอร์ ซึ่งใช้ประมาณ 1 - 2 หยด เมื่อถึงจุดยุติจะเปลี่ยนจากสีฟ้าอมเขียวเป็นสีน้ำตาลแดงอย่างรวดเร็ว

การคำนวณ

$$\text{COD (มิลลิกรัม/ลิตร)} = \frac{(A - B) \times M \times 8,000}{\text{ปริมาตรตัวอย่างน้ำ (มิลลิลิตร)}}$$

A : ปริมาตรสารละลายเฟอร์ริสแอมโมเนียมซัลเฟตที่ใช้ในการไทเทรตสารละลายแบลงค์ (มิลลิลิตร)

B : ปริมาตรสารละลายเฟอร์ริสแอมโมเนียมซัลเฟตที่ใช้ในการไทเทรตสารละลายตัวอย่าง (มิลลิลิตร)

M : ความเข้มข้นของสารละลายเฟอร์ริสแอมโมเนียมซัลเฟต (โมลาริตี)

3. สภาพความเป็นต่าง

เครื่องมือและอุปกรณ์ :

1. เครื่องวัดค่าความเป็นกรด-ต่าง
2. เครื่องกวน (stirrer plate) พร้อมแท่งแม่เหล็ก (magnetic bar)

สารเคมีที่ใช้ :

สารละลายกรดไฮโดรคลอริก เข้มข้น 0.1 โมลาร์

วิธีวิเคราะห์ :

ตวงตัวอย่างน้ำที่ใช้มา 50 มิลลิลิตร ใส่ในบีกเกอร์ขนาด 300 มิลลิลิตร วัดค่าความเป็นกรด-ต่างของตัวอย่างน้ำแล้วไทเทรตกับตัวอย่างน้ำจนถึงค่าความเป็นกรด-ต่าง 4 ด้วยสารละลายกรดไฮโดรคลอริก เข้มข้น 0.1 โมลาร์ จดปริมาตรกรดไฮโดรคลอริกที่ใช้ สมมติเท่ากับ A มิลลิลิตร

การคำนวณ

$$\begin{aligned} & \text{สภาพต่างทั้งหมด; มิลลิกรัม/ลิตร คิดในรูป CaCO}_3 \\ & = \frac{A \times \text{ความเข้มข้นของสารละลายกรดไฮโดรคลอริก(N)} \times 50 \times 1,000}{\text{ปริมาตรตัวอย่างน้ำ (มิลลิลิตร)}} \end{aligned}$$

4. สารแขวนลอย (Suspended Solids ; SS)

เครื่องมือและอุปกรณ์ :

1. กระดาษกรองใยแก้ว GFC เส้นผ่านศูนย์กลาง 4.7 มิลลิเมตร
2. กรวยบุคเนอร์ ความจุ 100 มิลลิเมตร
3. เครื่องดูดอากาศ
4. ตู้อบ
5. โถทำแห้ง
6. เครื่องชั่งอย่างละเอียด ทศนิยม 4 ตำแหน่ง

วิธีวิเคราะห์ :

1. อบกระดาษกรองให้แห้งที่อุณหภูมิ 103 - 105 องศาเซลเซียส ประมาณ 1 ชั่วโมง ทำให้เย็นในโถทำแห้ง แล้วชั่งน้ำหนักกระดาษกรอง สมมติว่าเป็น A มิลลิกรัม
2. เลือกปริมาตรตัวอย่างน้ำ ซึ่งจะให้ค่าของแข็งซึ่งได้โดยประมาณอย่างน้อยที่สุด 2.5 มิลลิกรัมต่อลิตร(เพิ่มจากน้ำหนักกระดาษกรอง)
3. วางกระดาษกรองลงในกรวยบุคเนอร์ ซึ่ง ต่อเข้ากับเครื่องดูดอากาศ
4. ใช้น้ำกลั่นฉีดกระดาษกรองให้เปียกและถูกดูดติดแน่นกับกรวยบุคเนอร์
5. กรองตัวอย่างน้ำตามปริมาณที่ต้องการโดยอาศัยแรงดูดช่วย
6. ใช้น้ำกลั่นฉีดล้างของแข็งที่ติดอยู่ข้างกรวยจนหมดและรองจนกว่าจะแห้ง
7. หยิบกระดาษกรองใส่ภาชนะทนไฟ เช่น จานเพาะเชื้อ ด้วยอุณหภูมิต่ำหรือกระเจกนาฬิกา นำไปอบที่อุณหภูมิ 103 - 105 องศาเซลเซียส จนกว่าจะแห้งซึ่งใช้เวลาประมาณ 1 ชั่วโมง
8. ทิ้งให้เย็นที่อุณหภูมิต่ำในโถทำแห้ง แล้วชั่งน้ำหนักของกระดาษกรองใหม่ สมมติว่าเป็น B มิลลิกรัม

การคำนวณ

$$\begin{aligned} & \text{สารแขวนลอย (เอสเอส); มิลลิกรัม/ลิตร} \\ & = \frac{\text{น้ำหนักเพิ่มขึ้น (B - A)} \times 1,000}{\text{ปริมาตรตัวอย่างน้ำ}} \end{aligned}$$

5. ทีเคเอ็น (Total Kjeldahl Nitrogen, TKN)

เครื่องมือและอุปกรณ์ :

1. ชุดย่อยสลาย เจลดาล์ ซึ่ง มีองค์ประกอบของระบบกำจัดควัน

2. อุปกรณ์การกลั่นซึ่งต่อเข้ากับอุปกรณ์ชุดย่อยสลาย
3. ชุดสำหรับการไทเทรต

สารเคมี :

- กรด H_2SO_4 เข้มข้น
- K_2SO_4 และ $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ (อัตราส่วน 19 : 1 กรัม)
- สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 40 %
- สารละลายมิกซ์อินดิเคเตอร์

ละลายเมทิลเรดอินดิเคเตอร์ (methyl red indicator) 200 มิลลิกรัม ในเอทิลแอลกอฮอล์ (ร้อยละ 95) 100 มิลลิลิตร (หรือไอโซโพรพิลแอลกอฮอล์) ละลายเมทิลลีนบลู 100 มิลลิกรัม ในเอทิลแอลกอฮอล์ (ร้อยละ 95) 50 มิลลิลิตร (หรือไอโซโพรพิลแอลกอฮอล์) แล้วผสมสารละลายทั้งสองชนิดเข้าด้วยกัน

- สารละลายอินดิเคติงบอริกแอซิด 4%

วิธีวิเคราะห์ :

1. ใส่ตัวอย่าง 50 มิลลิลิตร ลงในขวดเจลดาห์ล (Buchi) ขนาด 800 มิลลิลิตร
2. เติมน้ำที่ใช้ในการย่อยสลาย 7 กรัม ลงในขวด
3. นำขวดไปวางใส่ในอุปกรณ์ที่ใช้ย่อยสลาย

พึงระวังว่า ระบบการกำจัดควันจะต้องทำงานและจากนั้นจึงทำการเปิดเครื่องสำหรับย่อยสลาย ทำการต้มส่วนผสมทันทีจนกระทั่งสารละลายเริ่มใส ต้มต่ออีกเป็นเวลา 30 นาที แล้วจึงปิด เครื่องย่อยสลาย และตั้งทิ้งให้เย็น

4. เติมน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร
5. ต่อขวดเจลดาห์ลอย่างระมัดระวังในชุดอุปกรณ์การกลั่น โดยใช้สารละลาย

บอริกแอซิด 50 มิลลิลิตร รองรับสิ่งกลั่นในขวดที่รองรับ

พึงระวังว่า ปลายที่ต่อกับเครื่องควบแน่นจะต้องจุ่มอยู่ใต้สารละลายกรดบอริกเสมอ

6. เติมน้ำกลั่น $NaOH$ 40% จนสารละลายมีสีน้ำตาล
7. เปิดเครื่องกลั่นและเก็บส่วนที่กลั่นออกมาให้ได้ 200 มิลลิลิตร ไว้ในขวดขนาด 250 มิลลิลิตร ซึ่งมีสารละลายอินดิเคติงบอริกแอซิด ระหว่างที่ทำการเก็บส่วนที่กลั่น 2 - 3 มิลลิลิตร สุดท้าย ให้ยกปลายที่จุ่มไว้เหนือสารละลายอินดิเคติงบอริกแอซิด ซึ่งจะเป็นการป้องกันการดูดกลับของสารละลายเข้าไปในขวดสำหรับย่อยสลายเมื่อทำการปิดเครื่องกลั่นแล้ว

8. ปิดเครื่องกลั่น นำส่วนที่กลั่นได้นี้ไปหาปริมาณที่เคเอ็นในตัวอย่าง โดยการไทเทรตกับสารมาตรฐาน 0.01 M HCl บันทึกปริมาตรที่ใช้ในการไทเทรตเท่ากับ A

9. ไทเทรตส่วนที่กลั่นได้จากแบลงค์ด้วยสารมาตรฐาน 0.100 M HCl บันทึกปริมาตรที่ใช้ในการไทเทรตเท่ากับ B

การคำนวณ

$$\text{มิลลิกรัม/ลิตร ที่เคเอ็น} = (A-B)(0.100)(14)(1000) / \text{มิลลิลิตร ตย.น้ำ}$$

เมื่อ

$$A = \text{มิลลิลิตรที่ใช้ในการไทเทรตตัวอย่าง}$$

$$B = \text{มิลลิลิตรที่ใช้ในการไทเทรตแบลงค์}$$

$$0.100 = \text{M HCl}$$

6. การวิเคราะห์องค์ประกอบของก๊าซชีวภาพโดยเครื่องก๊าซโครมาโตกราฟี (GC)

นำตัวอย่างก๊าซชีวภาพที่เก็บไว้ในหลอดสุญญากาศมาวิเคราะห์หาองค์ประกอบโดยเครื่องก๊าซโครมาโตกราฟี

ภาวะที่เหมาะสมที่สุดในการวิเคราะห์หาองค์ประกอบของก๊าซชีวภาพโดยเครื่องก๊าซโครมาโตกราฟีมีดังนี้คือ

คอลัมน์	:	Porapak Q ขนาด (ID) 3.2 มิลลิเมตร ยาว 2.10 เมตร
การตรวจวัด	:	Thermal Conductivity Detector (TCD)
อุณหภูมิคอลัมน์	:	50 องศาเซลเซียส
อุณหภูมิอินเจคเตอร์	:	90 องศาเซลเซียส
อุณหภูมิดีเทคเตอร์	:	90 องศาเซลเซียส
ก๊าซตัวพา	:	ไนโตรเจน
อัตราการไหล	:	30 มิลลิลิตร/นาที
กระแสไฟ	:	50 มิลลิแอมแปร์
ปริมาตรในการวิเคราะห์	:	1 มิลลิลิตร

ภาคผนวก ข

การคำนวณ

1. อัตราการป้อนสารอินทรีย์ (Organic Loading)

$$= \frac{\text{COD} \times Q}{V \times 1000} \quad (\text{กิโลกรัมซีโอดี/ลูกบาศก์เมตร-วัน})$$

เมื่อ COD = ค่าซีโอดีของน้ำเสีย (มิลลิกรัม/ลิตร)

Q = อัตราการไหลของน้ำเสีย (ลิตร/วัน)

V = ปริมาตรของถังหมัก (ลิตร)

2. ระยะเวลาในการกักเก็บน้ำเสีย (Hydraulic Retention Time; HRT)

$$= \frac{\text{ปริมาตรของถังหมัก}}{\text{อัตราการไหลของน้ำเสีย}} \quad (\text{วัน})$$

3. ประสิทธิภาพในการลดปริมาณสารอินทรีย์

$$= \frac{(\text{COD}_{\text{inf}} - \text{COD}_{\text{eff}}) \times 100}{\text{COD}_{\text{inf}}} \quad (\%)$$

เมื่อ COD_{inf} = ซีโอดีของน้ำเสียที่ป้อนเข้าสู่ระบบ (มิลลิกรัม/ลิตร)

COD_{eff} = ซีโอดีของน้ำเสียที่ออกจากระบบ (มิลลิกรัม/ลิตร)

4. ประสิทธิภาพในการผลิตก๊าซชีวภาพ (Biogas Yield)

- พิจารณาเทียบกับปริมาณสารอินทรีย์ที่ป้อนเข้าสู่ระบบ

$$= \frac{\text{Gas}}{Q \times \text{COD}_{\text{inf}}} \quad (\text{ลูกบาศก์เมตร/กิโลกรัมซีโอดีที่ป้อนเข้าสู่ระบบ})$$

- พิจารณาเทียบกับปริมาณสารอินทรีย์ที่ถูกกำจัด

$$= \frac{\text{Gas}}{Q \times (\text{COD}_{\text{inf}} - \text{COD}_{\text{eff}})} \quad (\text{ลูกบาศก์เมตร/กิโลกรัมซีโอดีที่ถูกกำจัด})$$

- พิจารณาเทียบกับปริมาตรของถังหมัก

$$= \frac{\text{Gas}}{V} \quad (\text{ลูกบาศก์เมตร/ลูกบาศก์เมตรของถังหมัก-วัน})$$

5. ประสิทธิภาพในการผลิตก๊าซมีเทน (Methane Yield)

- พิจารณาเทียบกับปริมาณสารอินทรีย์ที่ป้อนเข้าสู่ระบบ

$$= \frac{\text{Me}}{Q \times \text{COD}_{\text{inf}}} \quad (\text{ลูกบาศก์เมตร/กิโลกรัมซีโอดีที่ป้อนเข้าสู่ระบบ})$$

- พิจารณาเทียบกับปริมาณสารอินทรีย์ที่ถูกกำจัด

$$= \frac{\text{Me}}{Q \times (\text{COD}_{\text{inf}} - \text{COD}_{\text{eff}})} \quad (\text{ลูกบาศก์เมตร/กิโลกรัมซีโอดีที่ถูกกำจัด})$$

- พิจารณาเทียบกับปริมาตรของถังหมัก

$$= \frac{Me}{V} \quad (\text{ลูกบาศก์เมตร/ลูกบาศก์เมตรของถังหมัก-วัน})$$

เมื่อ	Gas	=	ก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้นต่อวัน	(มิลลิลิตร/วัน)
	Me	=	ก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นต่อวัน	(มิลลิลิตร/วัน)
	Q	=	อัตราการไหลของน้ำเสีย	(ลิตร/วัน)
	V	=	ปริมาตรของถังหมัก	(ลิตร)
	COD _{inf}	=	ค่าซีโอดีของน้ำเสียที่ป้อนเข้าสู่ระบบ	(มิลลิกรัม/ลิตร)
	COD _{eff}	=	ค่าซีโอดีของน้ำเสียที่ออกจากระบบ	(มิลลิกรัม/ลิตร)

ภาคผนวก ค

ข้อมูลการทดลองของการทดลองส่วนที่ 1

ข้อมูลการทดลองของการทดลองส่วนที่ 1 (น้ำเสียที่ยังไม่ผ่านการสกัดแยกไขมันเบอเวอเรจลินออกจากน้ำหมัก) ในรูปตารางแสดงค่าตรวจวัดต่างๆ ที่ทำการวิเคราะห์ในแต่ละวันที่อัตราการป้อนสารอินทรีย์ต่างๆ รวมทั้งประสิทธิภาพในการลดปริมาณสารอินทรีย์ อัตราการผลิตก๊าซชีวภาพและประสิทธิภาพในการผลิตก๊าซชีวภาพและก๊าซมีเทนของถังหมัก โดยแบ่งตามอัตราการป้อนสารอินทรีย์ดังนี้

ตารางที่ ค. 1 และรูปที่ ค.1.1-ค.1.4 แสดงค่าตรวจวัดต่างๆ และประสิทธิภาพของระบบที่อัตราการป้อนสารอินทรีย์ 0.37 กิโลกรัมซีโอดี/ลูกบาศก์เมตร-วัน

ตารางที่ ค. 2 และรูปที่ ค.2.1-ค.2.14 แสดงค่าตรวจวัดต่างๆ และประสิทธิภาพของระบบที่อัตราการป้อนสารอินทรีย์ 1.11 กิโลกรัมซีโอดี/ลูกบาศก์เมตร-วัน

ตารางที่ ค. 3 และรูปที่ ค.3.1-ค.3.14 แสดงค่าตรวจวัดต่างๆ และประสิทธิภาพของระบบที่อัตราการป้อนสารอินทรีย์ 2.45 กิโลกรัมซีโอดี/ลูกบาศก์เมตร-วัน

ตารางที่ ค. 4 และรูปที่ ค.4.1-ค.4.14 แสดงค่าตรวจวัดต่างๆ และประสิทธิภาพของระบบที่อัตราการป้อนสารอินทรีย์ 4.20 กิโลกรัมซีโอดี/ลูกบาศก์เมตร-วัน

ตารางที่ ค. 5 และรูปที่ ค.5.1-ค.5.14 แสดงค่าตรวจวัดต่างๆ และประสิทธิภาพของระบบที่อัตราการป้อนสารอินทรีย์ 6.11 กิโลกรัมซีโอดี/ลูกบาศก์เมตร-วัน

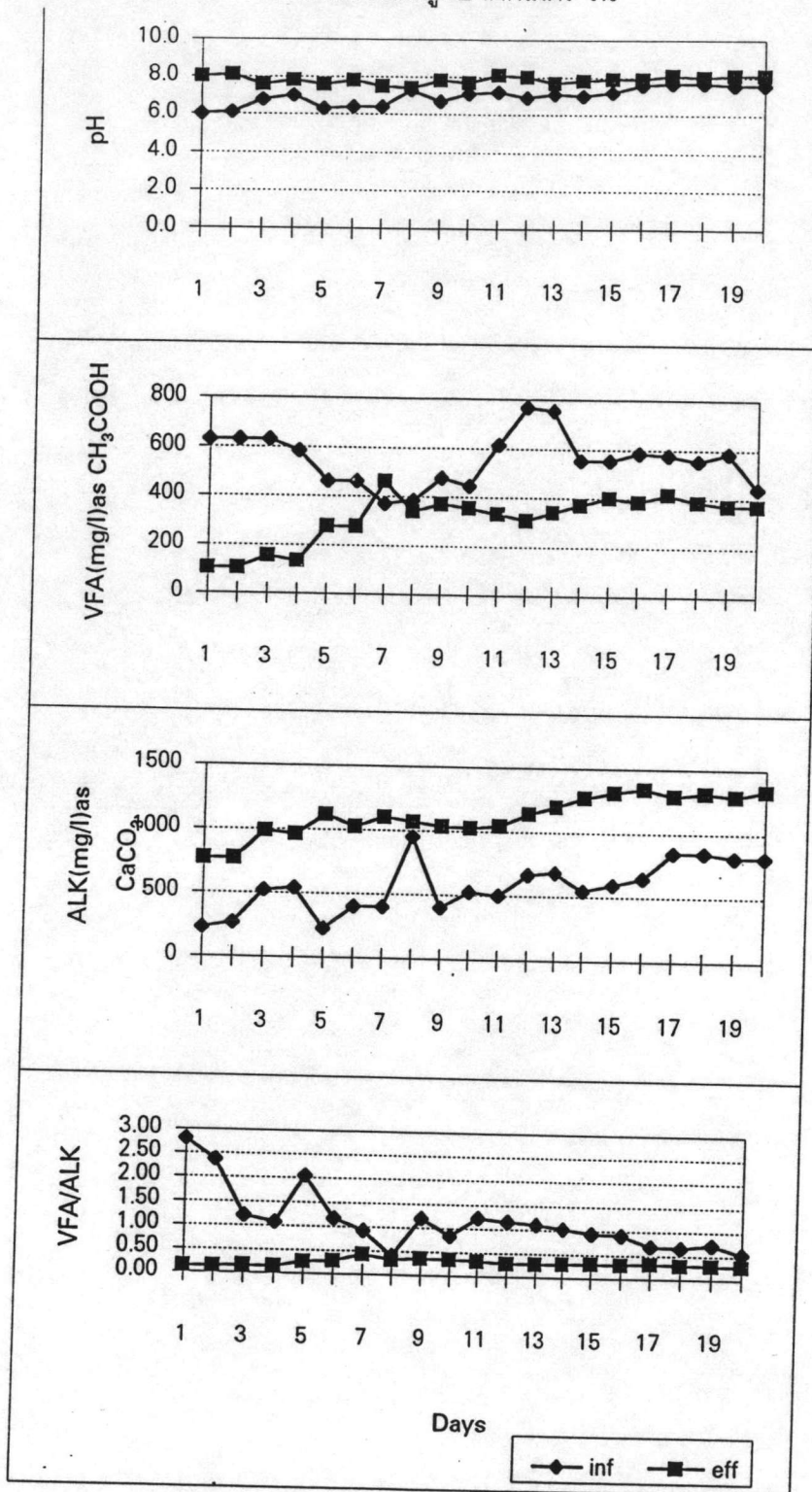
ตารางที่ ค. 6 และรูปที่ ค.6.1-ค.6.14 แสดงค่าตรวจวัดต่างๆ และประสิทธิภาพของระบบที่อัตราการป้อนสารอินทรีย์ 9.55 กิโลกรัมซีโอดี/ลูกบาศก์เมตร-วัน

ตารางที่ ค. 7 และรูปที่ ค.7.1-ค.7.14 แสดงค่าตรวจวัดต่างๆ และประสิทธิภาพของระบบที่อัตราการป้อนสารอินทรีย์ 12.98 กิโลกรัมซีโอดี/ลูกบาศก์เมตร-วัน

ตารางที่ ค.1 ข้อมูลการทดลองแสดงค่าตัวแปรต่างๆและประสิทธิภาพของระบบในแต่ละวันที่อัตราการป้อนสารอินทรีย์ 0.37 กิโลกรัมชีโอดี/ลูกบาศก์เมตร-วัน

Days	Flow rate (l/d)	HRT (days)	Organic Loading Rate (kg COD/m ³ d)	COD(mg/l)		pH		VFA(mg/l)		ALK(mg/l)		VFA/ALK		COD Reduction %
				inf	eff	inf	eff	inf	eff	inf	eff	inf	eff	
1	1.296	7.69	0.45	3495	252	6.0	8.0	630	102	225	768	2.80	0.13	92.79
2	1.296	7.69	0.40	3106	252	6.1	8.1	630	102	266	768	2.37	0.13	91.89
3	1.296	7.69	0.33	2524	670	6.8	7.6	630	154	522	983	1.21	0.16	73.45
4	1.296	7.69	0.33	2524	757	7.0	7.8	584	133	542	962	1.08	0.14	70.01
5	1.296	7.69	0.28	2135	912	6.3	7.6	461	276	225	1116	2.05	0.25	57.28
6	1.296	7.69	0.28	2135	971	6.4	7.8	461	276	399	1024	1.16	0.27	54.52
7	1.296	7.69	0.26	2038	971	6.4	7.5	369	461	399	1100	0.92	0.42	52.36
8	1.296	7.69	0.33	2524	990	7.3	7.4	384	338	952	1065	0.40	0.32	60.78
9	1.296	7.69	0.33	2524	990	6.7	7.8	476	369	399	1034	1.19	0.36	60.78
10	1.296	7.69	0.26	2038	990	7.1	7.7	445	353	527	1024	0.84	0.34	51.42
11	1.296	7.69	0.28	2135	1029	7.2	8.1	614	330	502	1044	1.22	0.32	51.80
12	1.296	7.69	0.43	3300	1106	6.9	8.0	768	307	666	1137	1.15	0.27	66.48
13	1.296	7.69	0.43	3300	1106	7.1	7.7	753	338	686	1198	1.10	0.28	66.48
14	1.296	7.69	0.43	3300	1029	7.0	7.8	553	369	543	1270	1.02	0.29	68.82
15	1.296	7.69	0.38	2912	1029	7.2	7.9	553	399	594	1311	0.93	0.30	64.66
16	1.296	7.69	0.38	2912	1281	7.6	7.9	584	384	645	1341	0.91	0.29	56.01
17	1.296	7.69	0.30	2330	1281	7.7	8.1	576	415	845	1290	0.68	0.32	45.02
18	1.296	7.69	0.36	2912	1106	7.7	8.0	553	384	845	1310	0.65	0.29	62.02
19	1.296	7.69	0.35	2718	1320	7.6	8.1	584	369	812	1290	0.72	0.29	51.43
20	1.296	7.69	0.35	2718	1320	7.6	8.1	442	369	812	1331	0.54	0.28	51.43

กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงค่าตัวชี้ต่างๆ และประสิทธิภาพของระบบในแต่ละวันที่ อัตราการป้อนสารอินทรีย์ 0.37 กิโลกรัมชีโอดี/ลูกบาศก์เมตร-วัน



รูปที่ ค.1.1

รูปที่ ค.1.2

รูปที่ ค.1.3

รูปที่ ค.1.4

รูปที่ ค.1.1-ค.1.4 การเปลี่ยนแปลงค่าพีเอช, กรดไขมันระเหย, ค่าสภาพความเป็นด่าง และอัตราส่วนระหว่างปริมาณกรดไขมันระเหยต่อค่าสภาพความเป็นด่าง ของน้ำเสียที่เข้าและออกจาก ระบบ

ตารางที่ ค.2 ข้อมูลการทดลองแสดงค่าธรรมณี่ต่างๆและประสิทธิภาพของระบบในแต่ละวันที่อัตราการบำบัด/ลูกบาศก์เมตร-วัน

Days	Flow rate (l/d)	HRT (days)	Organic Loading Rate (kg COD/m ³ d)	COD(mg/l)		pH		VFA(mg/l)		ALK(mg/l)		VFA/ALK	
				inf	eff	inf	eff	inf	eff	inf	eff	inf	eff
1	1.296	7.69	1.09	8350	932	4.7	7.9	415	164	69	797	6.01	0.21
2	1.296	7.69	1.09	8350	951	4.6	7.7	430	307	69	797	6.23	0.39
3	1.296	7.69	1.06	8155	1048	4.2	7.7	338	307	39	836	8.67	0.37
4	1.296	7.69	1.06	8155	776	4.4	7.9	425	461	39	689	10.90	0.67
5	1.296	7.69	1.03	7961	680	4.5	7.8	425	174	49	827	8.67	0.21
6	1.296	7.69	1.11	8544	951	4.5	7.9	415	164	49	836	8.47	0.20
7	1.296	7.69	1.06	8155	816	4.6	7.9	415	174	69	807	6.01	0.22
8	1.296	7.69	1.14	8738	718	4.6	7.9	384	164	69	797	5.57	0.21
9	1.296	7.69	1.03	7961	621	4.5	7.9	430	102	49	836	8.78	0.12
10	1.296	7.69	1.11	8544	718	4.5	7.9	415	154	39	846	10.64	0.18
11	1.296	7.69	1.11	8544	971	4.2	7.8	415	154	20	846	20.75	0.18
12	1.296	7.69	1.06	8155	738	4.1	7.7	430	154	20	836	21.50	0.18
13	1.296	7.69	1.11	8544	505	4.2	7.8	461	174	30	964	15.37	0.18
14	1.296	7.69	1.16	8932	621	4.3	8.1	430	143	40	758	10.75	0.19
15	1.296	7.69	1.11	8544	621	4.2	7.9	430	164	30	836	14.33	0.20
16	1.296	7.69	1.11	8544	621	4.2	8.0	425	164	30	826	14.17	0.20

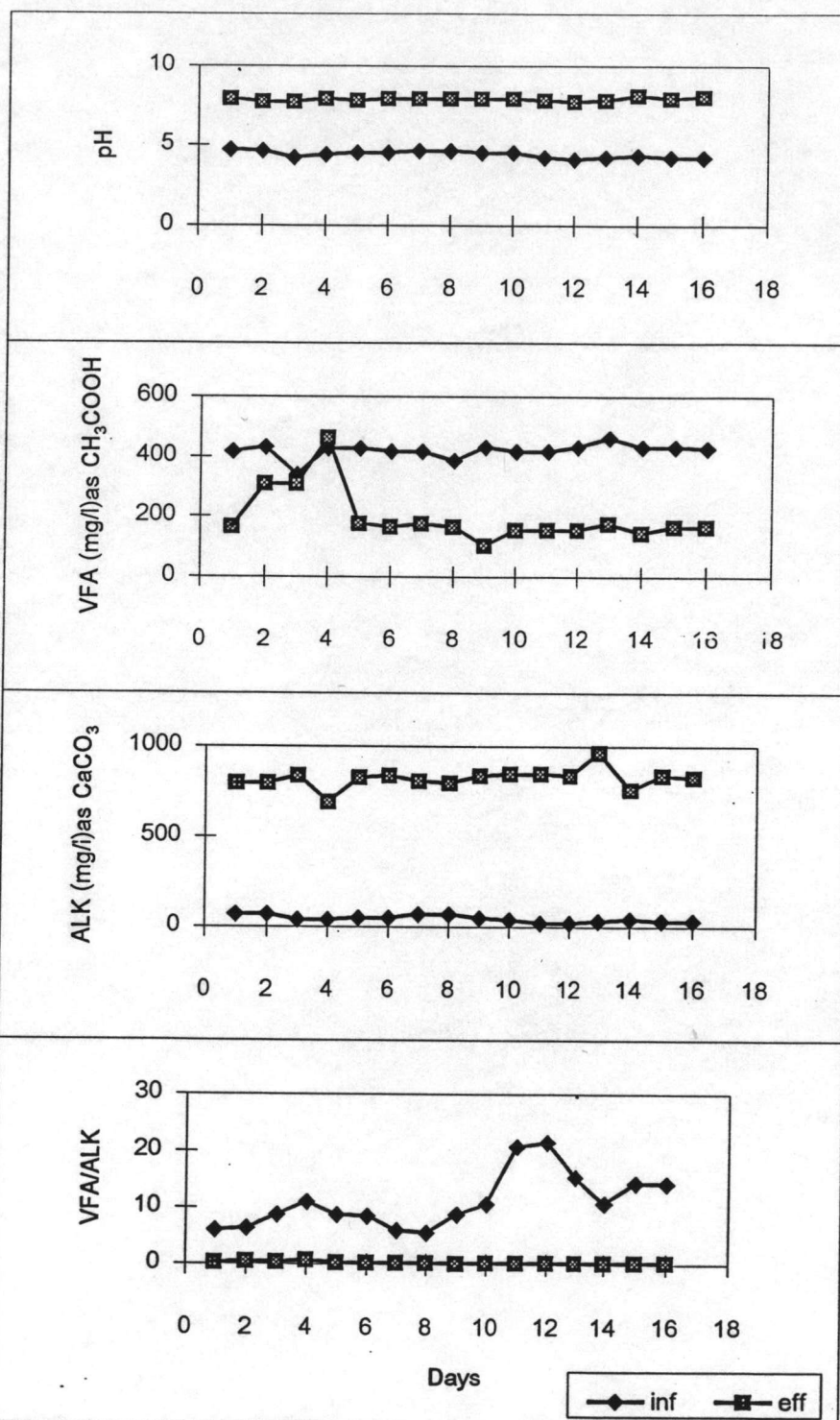
Days	COD Reduction (%)	Gas Production (l/d)	Gas Composition (%)				Biogas Yield			Methane Yield		
			CH ₄	CO ₂	Others	Unit1	Unit2	Unit3	Unit1	Unit2	Unit3	
1	88.84	1.44	87.99	4.65	7.36	0.100	0.113	0.145	0.088	0.099	0.128	
2	88.61	1.48	88.78	4.50	6.72	0.103	0.116	0.148	0.091	0.103	0.132	
3	87.15	1.51	86.44	5.91	7.64	0.107	0.123	0.152	0.093	0.106	0.131	
4	90.48	1.51	85.47	6.80	7.74	0.107	0.119	0.152	0.092	0.101	0.130	
5	91.46	1.53	85.35	6.43	8.22	0.111	0.122	0.153	0.095	0.104	0.131	
6	88.87	1.55	86.49	5.27	8.24	0.105	0.118	0.155	0.091	0.102	0.134	
7	89.99	1.55	87.39	4.56	8.05	0.110	0.122	0.155	0.096	0.107	0.135	
8	91.78	1.55	86.77	6.07	7.16	0.102	0.112	0.155	0.089	0.097	0.135	
9	92.20	1.56	85.80	5.44	8.76	0.114	0.123	0.157	0.097	0.106	0.134	
10	91.60	1.48	84.85	6.74	8.41	0.100	0.109	0.148	0.085	0.093	0.126	
11	88.64	1.53	87.07	4.94	7.99	0.104	0.117	0.153	0.090	0.102	0.134	
12	90.95	1.55	86.44	5.47	8.09	0.110	0.121	0.155	0.095	0.104	0.134	
13	94.09	1.53	86.32	5.80	7.88	0.104	0.110	0.153	0.089	0.095	0.132	
14	93.05	1.53	85.79	5.47	8.74	0.099	0.106	0.153	0.085	0.091	0.132	
15	92.73	1.55	84.79	4.45	10.75	0.105	0.113	0.155	0.089	0.096	0.131	
16	92.73	1.55	83.35	3.17	13.48	0.105	0.113	0.155	0.087	0.094	0.129	

Unit 1 = m³/kgCODfed

Unit 2 = m³/kgCODremoved

Unit 3 = m³/m³ reactor.d

กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงค่าตัวชี้วัดต่างๆ และประสิทธิภาพของระบบในแต่ละวันที่ อัตราการป้อนสารอินทรีย์ 1.11 กิโลกรัมซีไอดี/ลูกบาศก์เมตร-วัน



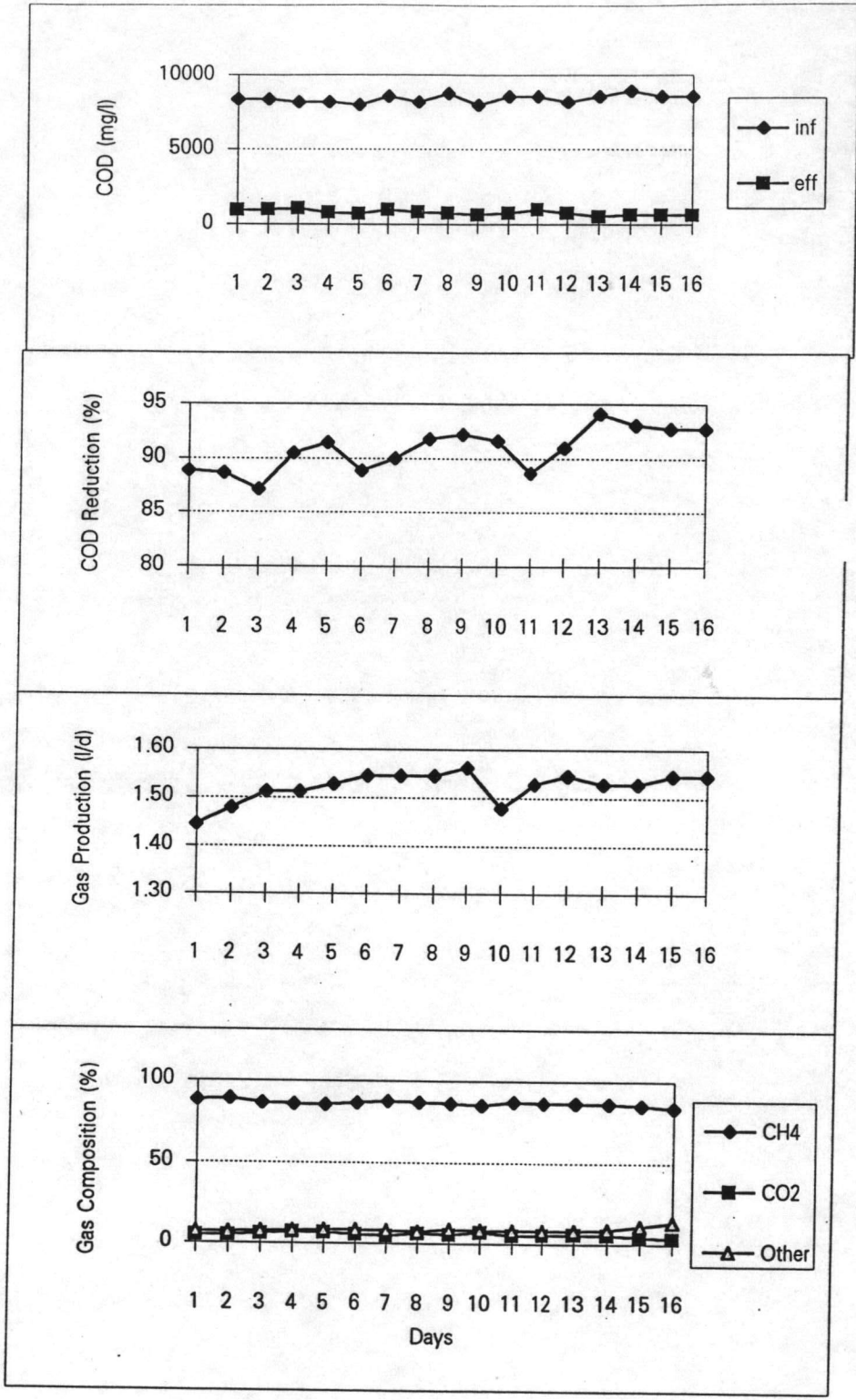
รูปที่ ค.2.1

รูปที่ ค.2.2

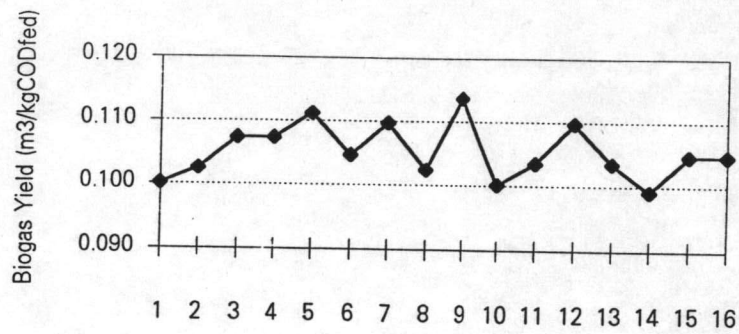
รูปที่ ค.2.3

รูปที่ ค.2.4

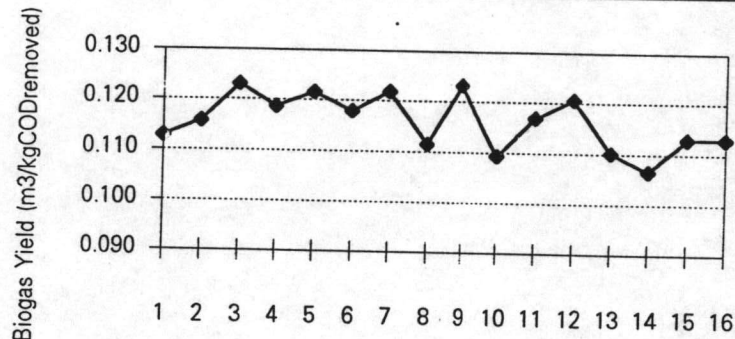
รูปที่ ค.2.1-ค.2.4 การเปลี่ยนแปลงค่าพีเอช, กรดไขมันระเหย, ค่าสภาพความเป็นด่าง และอัตราส่วนระหว่างปริมาณกรดไขมันระเหยต่อค่าสภาพความเป็นด่างของน้ำเสียที่เข้าและออกจากระบบ



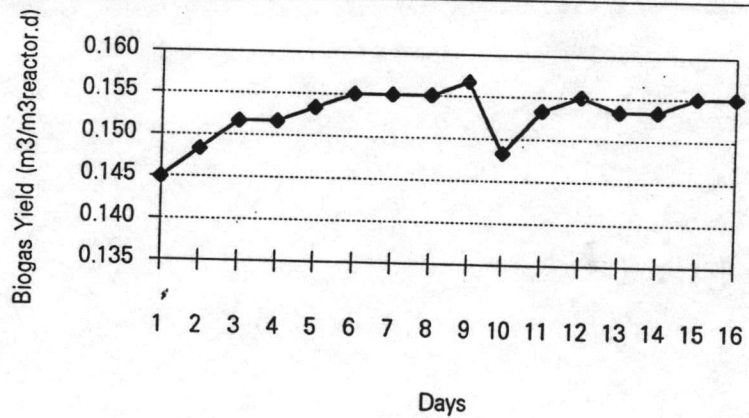
รูปที่ ค.2.5-ค.2.8 การเปลี่ยนแปลงค่าซีโอดี, และประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดี, อัตราการผลิต ก๊าซชีวภาพ และองค์ประกอบของก๊าซชีวภาพ ของระบบ ตามลำดับ



รูปที่ ค.2.9



รูปที่ ค.2.10



รูปที่ ค.2.11

รูปที่ ค.2.9 การเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพในการผลิตก๊าซชีวภาพโดยพิจารณาเทียบปริมาตรผล

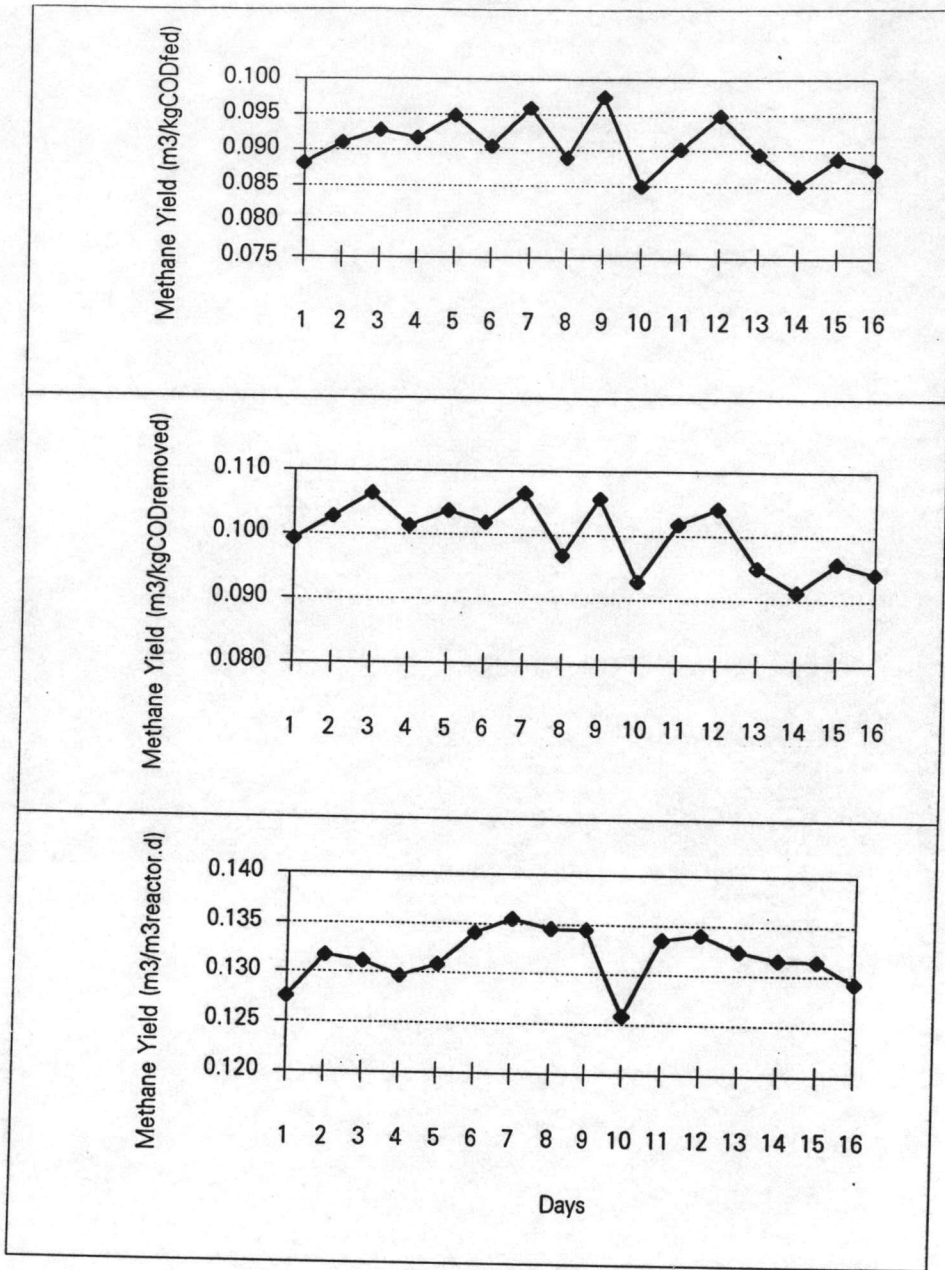
ผลิตก๊าซชีวภาพกับปริมาณสารอินทรีย์ที่ป้อนเข้าสู่ระบบ

รูปที่ ค.2.10 การเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพในการผลิตก๊าซชีวภาพโดยพิจารณาเทียบปริมาตรผล

ผลิตก๊าซชีวภาพกับปริมาณสารอินทรีย์ที่ถูกกำจัด

รูปที่ ค.2.11 การเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพในการผลิตก๊าซชีวภาพโดยพิจารณาเทียบปริมาตรผล

ผลิตก๊าซชีวภาพกับปริมาตรถังหมัก



รูปที่ ค.2.12

รูปที่ ค.2.13

รูปที่ ค.2.14

รูปที่ ค.2.12 การเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพในการผลิตก๊าซมีเทนโดยพิจารณาเทียบปริมาตรผลผลิตก๊าซมีเทนกับปริมาณสารอินทรีย์ที่ป้อนเข้าสู่ระบบ

รูปที่ ค.2.13 การเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพในการผลิตก๊าซมีเทนโดยพิจารณาเทียบปริมาตรผลผลิตก๊าซมีเทนกับปริมาณสารอินทรีย์ที่ถูกกำจัด

รูปที่ ค.2.14 การเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพในการผลิตก๊าซมีเทนโดยพิจารณาเทียบปริมาตรผลผลิตก๊าซมีเทนกับปริมาตรถังหมัก

ตารางที่ ค.3 ข้อมูลการทดลองแสดงค่าดัชนีต่างๆและประสิทธิภาพของระบบในแต่ละวันที่อัตราการป้อนสารอินทรีย์ 2.45 กิโลกรัมซีโอดี/ลูกบาศก์เมตร-วัน

Days	Flow rate (l/d)	HRT (days)	Organic Loading Rate (kg COD/m ³ d)	COD(mg/l)		pH		VFA(mg/l)		ALK(mg/l)		VFA/ALK	
				inf	eff	inf	eff	inf	eff	inf	eff	inf	eff
1	1.296	7.69	2.07	15922	1631	4.2	8.1	783	154	59	826	13.27	0.19
2	1.296	7.69	2.07	15922	1709	4.2	8.4	753	171	59	738	12.76	0.23
3	1.296	7.69	1.97	15146	971	4.1	8.3	768	169	0	826	-	0.20
4	1.296	7.69	1.97	15146	544	4.1	8.3	845	169	0	826	-	0.20
5	1.296	7.69	1.97	15146	602	4.3	8.2	768	164	59	1032	13.02	0.16
6	1.296	7.69	2.42	18641	466	4.4	8.4	783	123	79	1092	9.91	0.11
7	1.296	7.69	2.12	16311	466	4.7	8.3	753	113	118	1200	6.38	0.09
8	1.296	7.69	2.22	17087	466	4.3	8.6	829	82	59	1220	14.05	0.07
9	1.296	7.69	2.22	17087	470	4.1	8.4	783	72	0	1279	-	0.06
10	1.296	7.69	2.22	17087	470	4.3	8.4	799	82	69	1318	11.58	0.06
11	1.296	7.69	0.87	6664	627	4.3	8.3	799	82	69	1495	11.58	0.05
12	1.296	7.69	1.09	8349	470	4.1	8.3	614	113	0	1515	-	0.07
13	1.296	7.69	1.06	8155	470	4.3	7.9	614	133	49	1672	12.53	0.08
14	1.296	7.69	1.06	8155	392	4.1	8.3	568	77	0	1495	-	0.05
15	1.296	7.69	1.09	8349	470	3.9	8.1	522	72	0	1515	-	0.05
16	1.296	7.69	1.16	8932	392	4.0	8.0	522	72	0	1515	-	0.05
17	1.296	7.69	1.11	8544	392	4.0	7.8	445	72	0	1417	-	0.05
18	1.296	7.69	1.17	9016	392	4.0	8.0	568	77	0	1417	-	0.05
19	1.296	7.69	1.20	9212	333	4.1	8.1	546	41	0	1496	-	0.03
20	1.296	7.69	1.20	9212	333	4.0	8.0	522	79	0	1231	-	0.06

ตารางที่ ค.3 (ต่อ)

Days	Flow rate (l/d)	HRT (days)	Organic Loading Rate (kg COD/m ³ d)	COD(mg/l)		pH		VFA(mg/l)		ALK(mg/l)		VFA/ALK	
				inf	eff	inf	eff	inf	eff	inf	eff	inf	eff
21	1.296	7.69	1.17	9016	392	4.2	7.9	812	108	39	1191	20.82	0.09
22	1.728	5.76	1.60	9212	333	3.9	7.8	546	79	0	1230	-	0.06
23	1.728	5.76	1.60	9212	313	4.1	8.0	546	79	0	1417	-	0.06
24	1.728	5.76	1.55	8932	505	4.2	7.9	546	69	39	1564	14.00	0.04
25	1.728	5.76	1.48	8544	510	4.0	8.0	502	79	0	1564	-	0.05
26	1.728	5.76	1.56	9016	490	4.1	8.1	502	118	0	1594	-	0.07
27	1.728	5.76	1.56	9016	510	4.0	8.0	502	118	0	1594	-	0.07
28	1.728	5.76	2.45	14112	490	4.1	8.4	797	118	0	1564	-	0.08
29	1.728	5.76	2.58	14896	549	4.1	7.9	826	130	0	1466	-	0.09
30	1.728	5.76	2.79	16072	607	4.2	8.2	443	98	39	1535	11.36	0.06
31	1.728	5.76	2.72	15680	706	4.1	8.2	810	120	0	1712	-	0.07
32	1.728	5.76	2.24	12936	431	4.2	7.9	738	108	29	1752	25.45	0.06
33	1.728	5.76	2.24	12936	470	4.1	7.9	811	108	0	1732	-	0.06
34	1.728	5.76	2.11	12152	588	4.0	8.0	825	108	0	1732	-	0.06

ตารางที่ ค. 3 (ต่อ)

Days	COD Reduction (%)	Gas Production (l/d)	Gas Composition (%)			Biogas Yield			Methane Yield		
			CH ₄	CO ₂	Others	Unit1	Unit2	Unit3	Unit1	Unit2	Unit3
1	89.76	4.03	84.65	6.47	8.88	0.147	0.163	0.404	0.124	0.138	0.342
2	89.27	4.20	85.50	5.77	8.73	0.153	0.171	0.421	0.131	0.146	0.360
3	93.59	4.13	86.36	5.26	8.38	0.158	0.169	0.415	0.136	0.146	0.358
4	96.41	4.13	85.45	6.50	8.06	0.158	0.164	0.415	0.135	0.140	0.354
5	96.03	4.03	84.60	6.79	8.61	0.154	0.160	0.404	0.130	0.136	0.342
6	97.50	4.03	88.56	7.04	4.40	0.125	0.128	0.404	0.111	0.114	0.358
7	97.14	4.13	89.31	5.94	4.75	0.147	0.151	0.415	0.131	0.135	0.370
8	97.27	4.20	89.44	5.39	5.18	0.142	0.146	0.421	0.127	0.131	0.377
9	97.25	4.13	88.99	6.80	4.21	0.140	0.144	0.415	0.125	0.128	0.369
10	97.25	4.03	89.71	5.44	4.86	0.137	0.140	0.404	0.123	0.126	0.363
11	90.59	1.51	90.43	4.32	5.25	0.131	0.145	0.152	0.119	0.131	0.137
12	94.37	1.51	91.23	2.60	6.17	0.105	0.111	0.152	0.096	0.101	0.138
13	94.24	1.48	90.47	3.72	5.81	0.105	0.111	0.148	0.095	0.101	0.134
14	95.19	1.53	88.64	4.79	6.57	0.109	0.114	0.153	0.096	0.101	0.136
15	94.37	1.55	86.79	5.35	7.87	0.107	0.114	0.155	0.093	0.099	0.135
16	95.61	1.55	87.78	5.84	6.38	0.100	0.105	0.155	0.088	0.092	0.136
17	95.41	1.56	86.64	5.34	8.01	0.106	0.111	0.157	0.092	0.096	0.136

Unit 1 = m³/kgCODfed

Unit 2 = m³/kgCODremoved

Unit 3 = m³/m³ reactor.d

ตารางที่ ค. 3 (ต่อ)

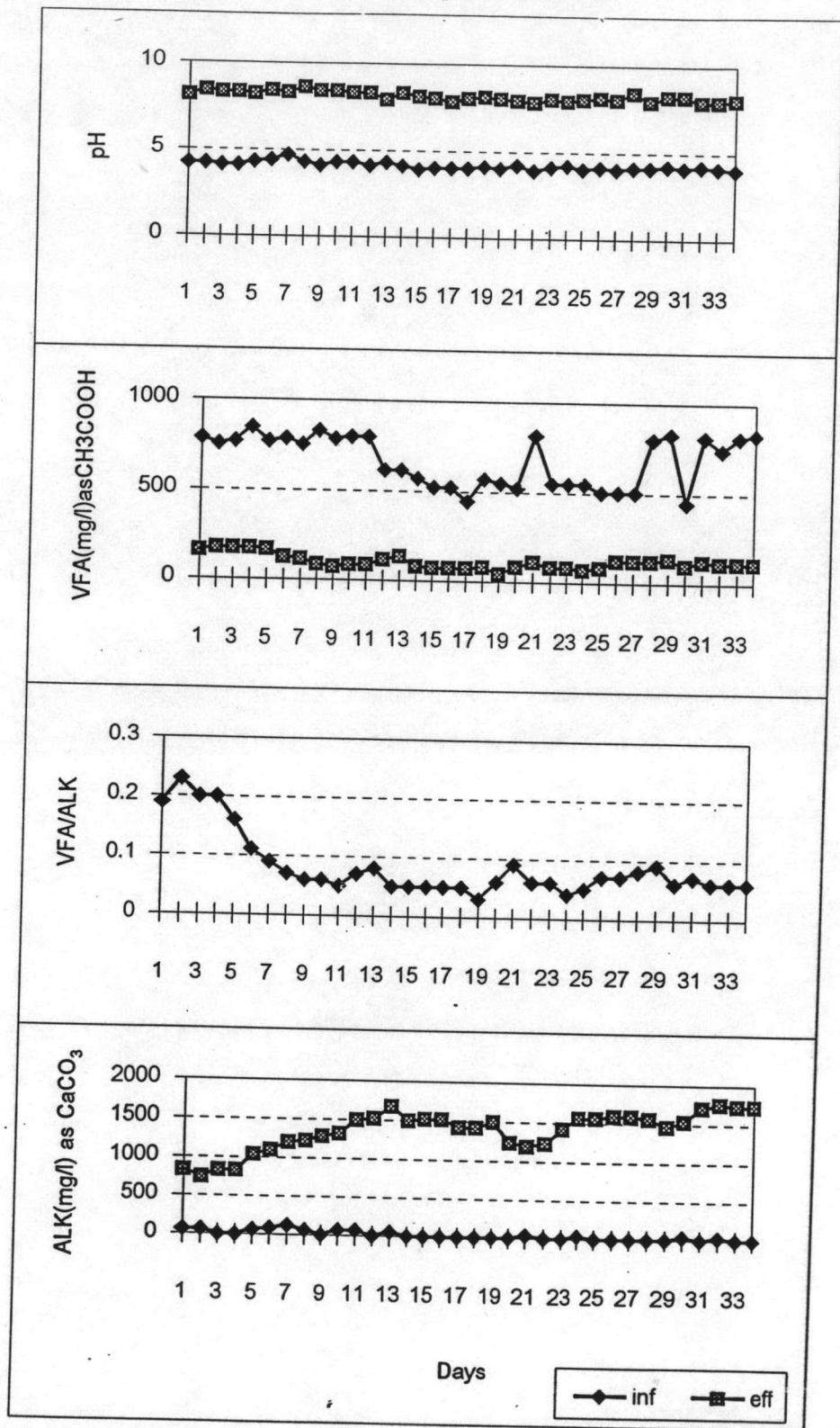
Days	COD Reduction (%)	Gas Production (l/d)	Gas Composition (%)			Biogas Yield			Methane Yield		
			CH ₄	CO ₂	Others	Unit1	Unit2	Unit3	Unit1	Unit2	Unit3
18	95.65	1.53	88.47	6.21	5.32	0.098	0.103	0.153	0.087	0.091	0.136
19	96.39	1.56	87.48	7.42	5.10	0.098	0.102	0.157	0.086	0.089	0.137
20	96.39	1.55	88.45	6.72	4.84	0.097	0.101	0.155	0.086	0.089	0.137
21	95.65	1.55	84.97	9.67	5.36	0.099	0.104	0.155	0.084	0.088	0.132
22	96.39	1.56	85.94	10.07	3.99	0.098	0.102	0.157	0.084	0.087	0.135
23	96.60	1.56	85.54	10.51	3.95	0.098	0.102	0.157	0.084	0.087	0.134
24	94.35	1.51	85.50	10.21	4.29	0.098	0.104	0.152	0.084	0.089	0.130
25	94.03	1.51	86.48	9.10	4.42	0.102	0.109	0.152	0.089	0.094	0.131
26	94.57	1.55	85.94	9.77	4.29	0.099	0.105	0.155	0.085	0.090	0.133
27	94.34	1.51	86.25	9.89	3.86	0.097	0.103	0.152	0.084	0.089	0.131
28	96.53	4.03	89.23	7.43	3.34	0.165	0.171	0.404	0.148	0.153	0.361
29	96.31	4.13	87.79	10.94	1.27	0.161	0.167	0.415	0.141	0.146	0.364
30	96.22	4.13	85.47	12.66	1.87	0.149	0.155	0.415	0.127	0.132	0.354
31	95.50	4.03	85.19	12.73	2.07	0.149	0.156	0.404	0.127	0.133	0.345
32	96.67	4.20	84.14	12.56	3.29	0.188	0.194	0.421	0.158	0.164	0.355
33	96.37	4.20	85.38	10.80	3.82	0.188	0.195	0.421	0.160	0.166	0.360
34	95.16	4.13	84.44	10.65	4.91	0.197	0.207	0.415	0.166	0.175	0.350

Unit 1 = m³/kgCODfed

Unit 2 = m³/kgCODremoved

Unit 3 = m³/m³ reactor.d

กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงค่าตัวชี้ต่างๆ และประสิทธิภาพของระบบในแต่ละวันที่ อัตราการป้อนสารอินทรีย์ 2.45 กิโลกรัมชีโอดี/ลูกบาศก์เมตร-วัน



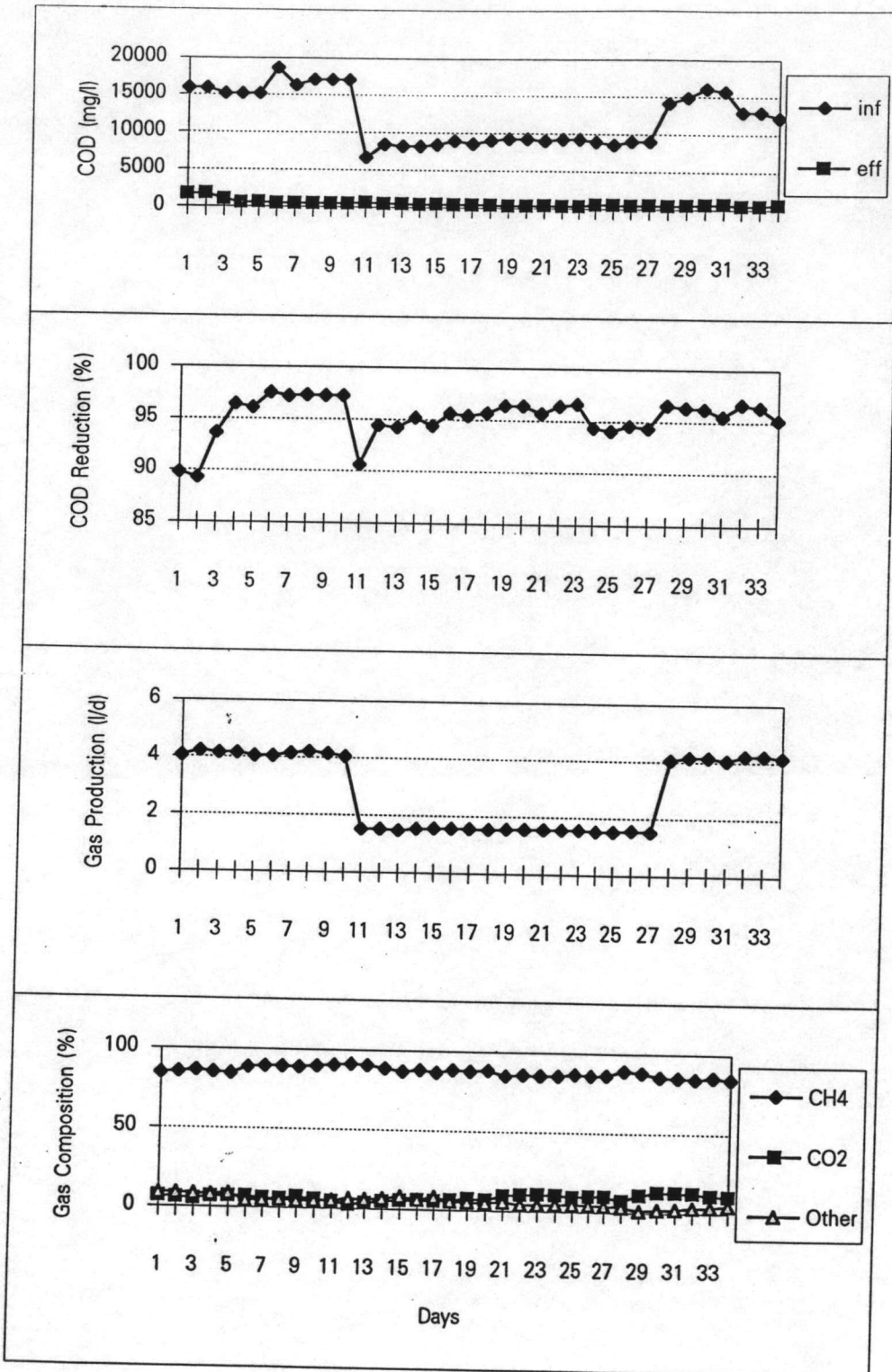
รูปที่ ค.3.1

รูปที่ ค.3.2

รูปที่ ค.3.3

รูปที่ ค.3.4

รูปที่ ค.3.1-ค.3.4 การเปลี่ยนแปลงค่าพีเอช, กรดไขมันระเหย, ค่าสภาพความเป็นด่าง และอัตราส่วนระหว่างปริมาณกรดไขมันระเหยต่อค่าสภาพความเป็นด่างของน้ำเสียที่เข้าและออกจากระบบ



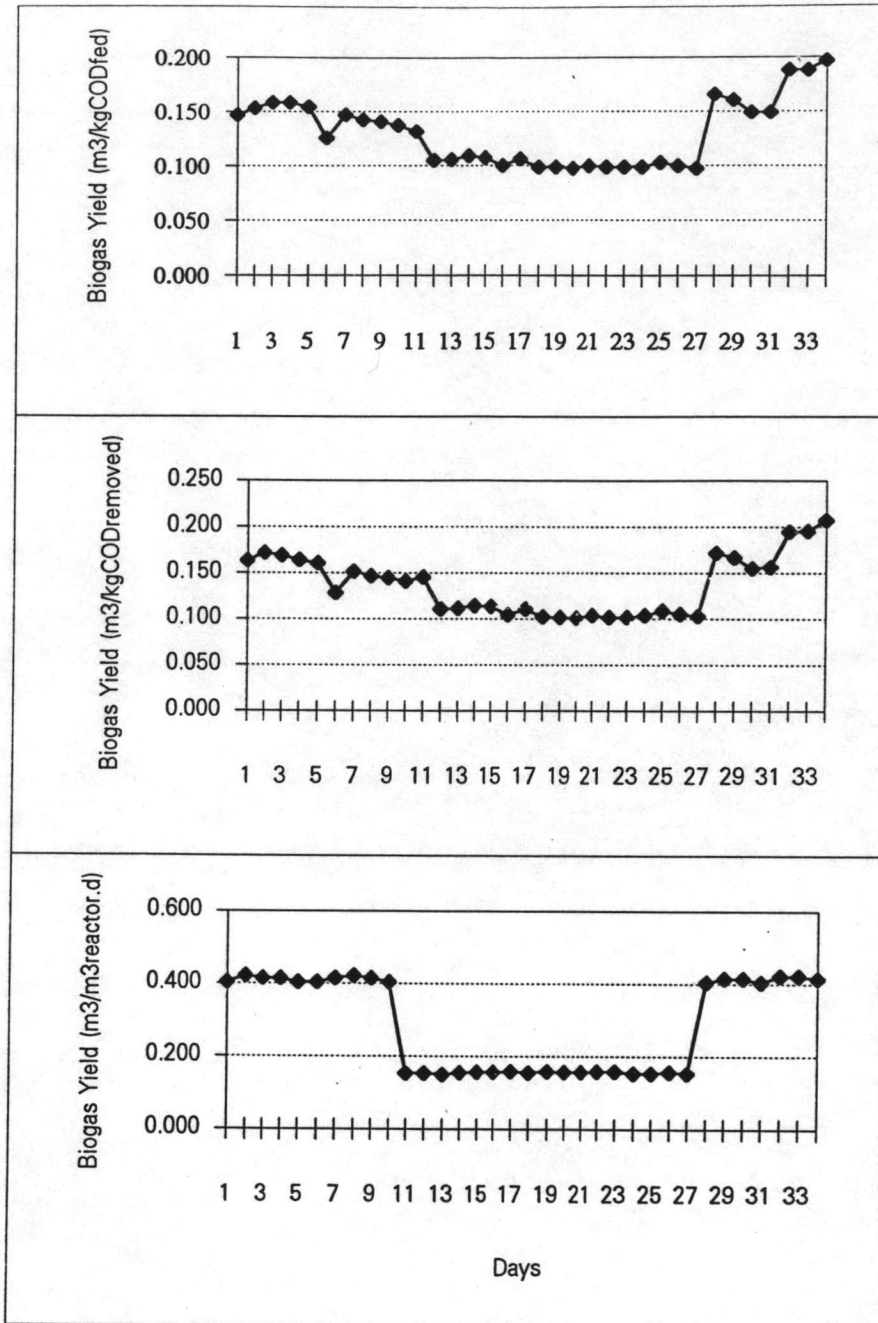
รูปที่ ค.3.5

รูปที่ ค.3.6

รูปที่ ค.3.7

รูปที่ ค.3.8

รูปที่ ค.3.5-ค.3.8 การเปลี่ยนแปลงค่าซีโอดี, และประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดี, อัตราการผลิต ก๊าซชีวภาพ และองค์ประกอบของก๊าซชีวภาพ ของระบบ ตามลำดับ



รูปที่ ค.3.9

รูปที่ ค.3.10

รูปที่ ค.3.11

รูปที่ ค.3.9 การเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพในการผลิตก๊าซชีวภาพโดยพิจารณาเทียบปริมาตรผล

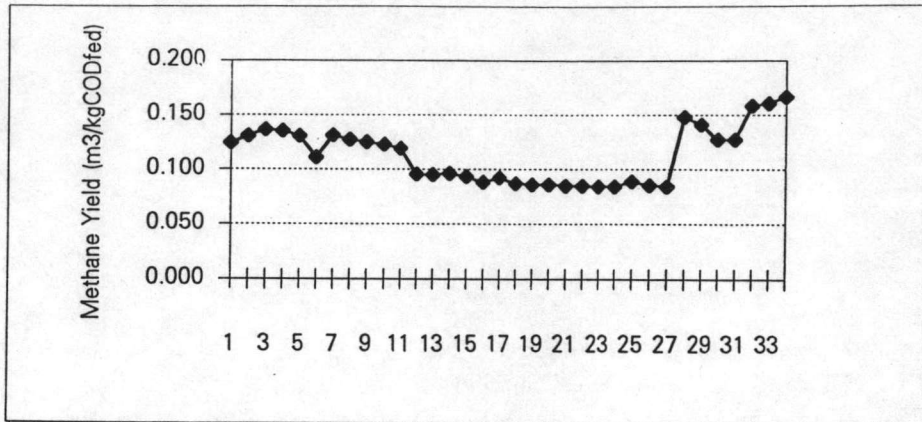
ผลิตก๊าซชีวภาพกับปริมาณสารอินทรีย์ที่ป้อนเข้าสู่ระบบ

รูปที่ ค.3.10 การเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพในการผลิตก๊าซชีวภาพโดยพิจารณาเทียบปริมาตรผล

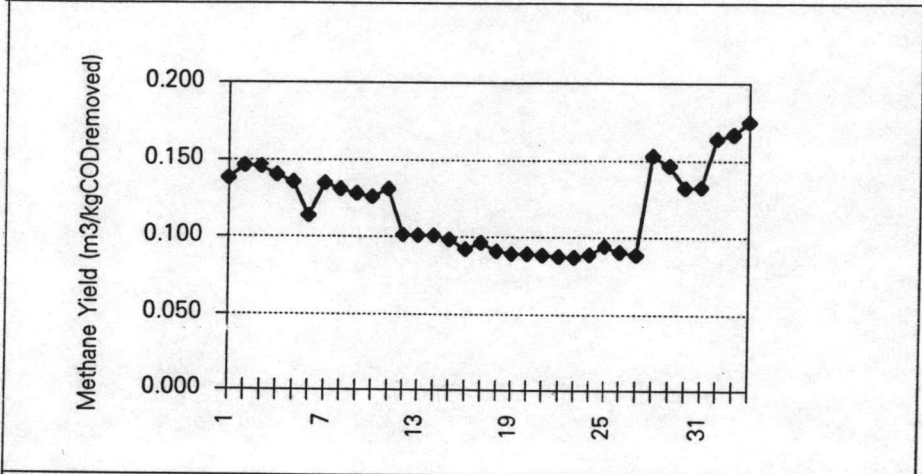
ผลิตก๊าซชีวภาพกับปริมาณสารอินทรีย์ที่ถูกกำจัด

รูปที่ ค.3.11 การเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพในการผลิตก๊าซชีวภาพโดยพิจารณาเทียบปริมาตรผล

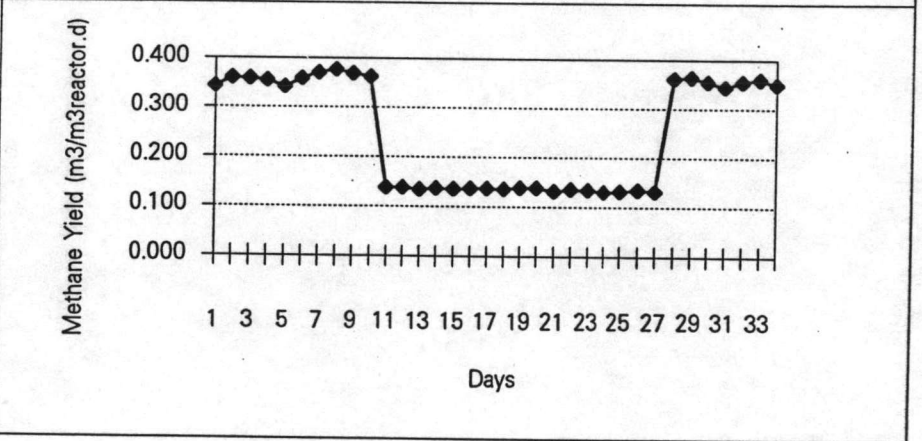
ผลิตก๊าซชีวภาพกับปริมาตรถังหมัก



รูปที่ ค.3.12



รูปที่ ค.3.13



รูปที่ ค.3.14

รูปที่ ค.3.12 การเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพในการผลิตก๊าซมีเทนโดยพิจารณาเทียบปริมาตรผลผลิตก๊าซมีเทนกับปริมาณสารอินทรีย์ที่ป้อนเข้าสู่ระบบ

รูปที่ ค.3.13 การเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพในการผลิตก๊าซมีเทนโดยพิจารณาเทียบปริมาตรผลผลิตก๊าซมีเทนกับปริมาณสารอินทรีย์ที่ถูกกำจัด

รูปที่ ค.3.14 การเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพในการผลิตก๊าซมีเทนโดยพิจารณาเทียบปริมาตรผลผลิตก๊าซมีเทนกับปริมาตรถังหมัก

ตารางที่ ค.4 ข้อมูลการทดลองแสดงค่าดัชนีต่างๆและประสิทธิภาพของระบบในแต่ละวันที่อัตราการป้อนสารอินทรีย์ 4.20 กิโลกรัมชีโอดี/ลูกบาศก์เมตร-วัน

Days	Flow rate (l/d)	HRT (days)	Organic Loading Rate (kg COD/m ³ d)	COD(mg/l)		pH		VFA(mg/l)		ALK(mg/l)		VFA/ALK	
				inf	eff	inf	eff	inf	eff	inf	eff	inf	eff
1	1.728	5.76	4.00	23078	431	4.2	8.2	1280	89	48	1535	26.67	0.06
2	1.728	5.76	4.00	23078	470	4.2	8.1	1170	89	48	1712	24.38	0.05
3	1.728	5.76	3.98	22952	470	4.5	8.5	1151	128	148	1515	7.78	0.08
4	1.728	5.76	4.01	23128	823	4.3	8.4	1136	89	108	2047	10.52	0.04
5	1.728	5.76	3.53	20384	627	4.3	8.5	1136	89	115	2047	9.88	0.04
6	1.728	5.76	4.08	23520	862	4.4	8.4	1170	128	108	2239	10.83	0.06
7	1.728	5.76	4.08	23520	862	4.3	8.4	1195	128	29	2441	41.21	0.05
8	1.728	5.76	4.42	25480	823	4.1	8	1047	108	48	2547	21.81	0.04
9	1.728	5.76	4.42	25480	823	4.2	8.4	1195	128	115	2441	10.39	0.05
10	1.728	5.76	4.08	23520	862	4.4	8.5	1151	128	144	2537	7.99	0.05
11	1.728	5.76	4.08	23520	862	4.5	8.5	1284	118	86	2518	14.93	0.05
12	1.728	5.76	3.98	22952	862	4.4	8.3	1284	118	144	2239	8.92	0.05
13	1.728	5.76	3.98	22955	744	4.4	8.4	1284	128	144	2239	8.92	0.06

ตารางที่ ค.4 (ต่อ)

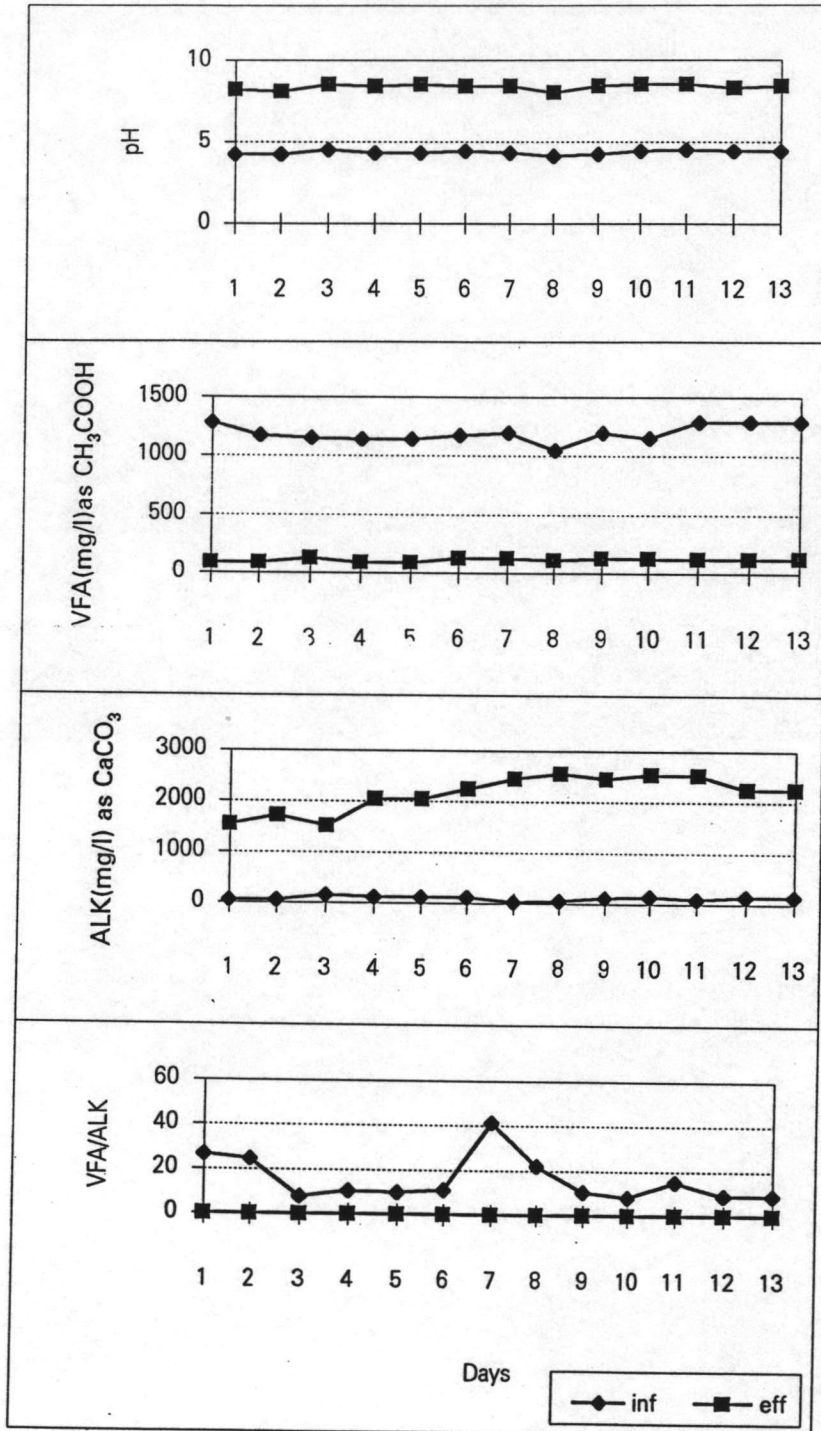
Days	COD Reduction (%)	Gas Production (l/d)	Gas Composition (%)			Biogas Yield			Methane Yield		
			CH ₄	CO ₂	Others	Unit1	Unit2	Unit3	Unit1	Unit2	Unit3
1	98.13	9.04	85.25	12.29	2.46	0.226	0.231	0.907	0.193	0.197	0.773
2	97.96	10.11	84.59	12.67	2.74	0.253	0.259	1.014	0.214	0.219	0.858
3	97.95	10.25	85.39	10.23	4.38	0.258	0.264	1.028	0.221	0.225	0.878
4	96.44	10.42	83.45	11.80	4.75	0.261	0.270	1.045	0.217	0.226	0.872
5	96.92	10.16	85.78	12.33	1.89	0.289	0.298	1.019	0.248	0.255	0.874
6	96.34	10.08	86.60	11.47	1.93	0.248	0.257	1.011	0.215	0.223	0.876
7	96.34	10.08	85.53	12.44	2.02	0.248	0.257	1.011	0.212	0.220	0.865
8	96.77	9.13	85.46	10.80	3.75	0.207	0.214	0.916	0.177	0.183	0.782
9	96.77	9.09	84.54	13.78	1.67	0.206	0.213	0.911	0.174	0.180	0.770
10	96.34	10.05	84.98	12.57	2.45	0.247	0.257	1.008	0.210	0.218	0.857
11	96.34	10.14	84.65	12.77	2.57	0.249	0.259	1.017	0.211	0.219	0.861
12	96.24	9.65	82.99	12.49	4.53	0.243	0.253	0.968	0.202	0.210	0.803
13	96.76	9.07	84.19	10.44	5.36	0.229	0.236	0.910	0.193	0.199	0.766

Unit 1 = m³/kgCODfed

Unit 2 = m³/kgCODremoved

Unit 3 = m³/m³ reactor.d

กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงค่าตัวชี้ต่างๆ และประสิทธิภาพของระบบในแต่ละวันที่ อัตราการป้อนสารอินทรีย์ 4.20 กิโลกรัมซีไอดี/ลูกบาศก์เมตร-วัน



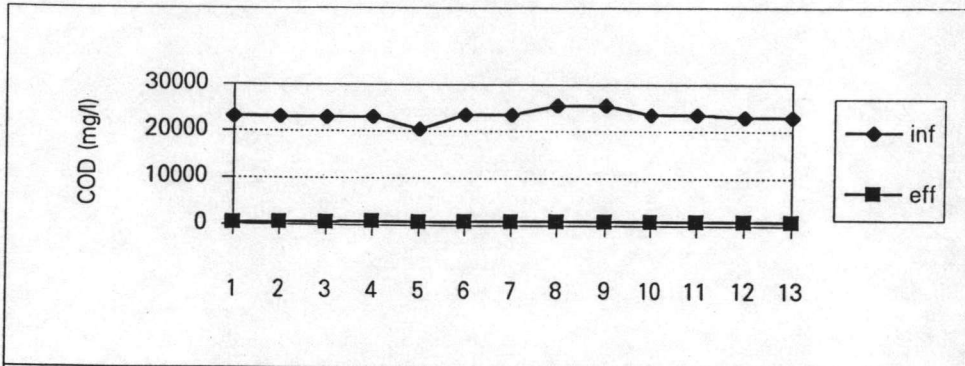
รูปที่ ค.4.1

รูปที่ ค.4.2

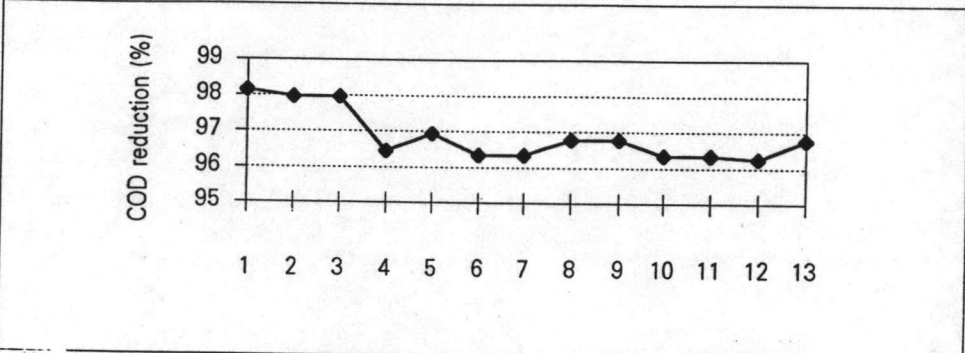
รูปที่ ค.4.3

รูปที่ ค.4.4

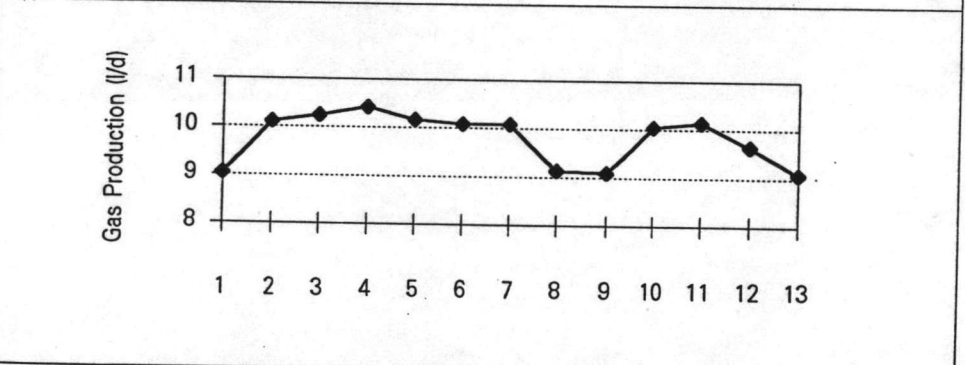
รูปที่ ค.4.1-ค.4.4 การเปลี่ยนแปลงค่าพีเอช, กรดไขมันระเหย, ค่าสภาพความเป็นด่าง และอัตราส่วนระหว่างปริมาณกรดไขมันระเหยต่อค่าสภาพความเป็นด่างของน้ำเสียที่เข้าและออกจากระบบ



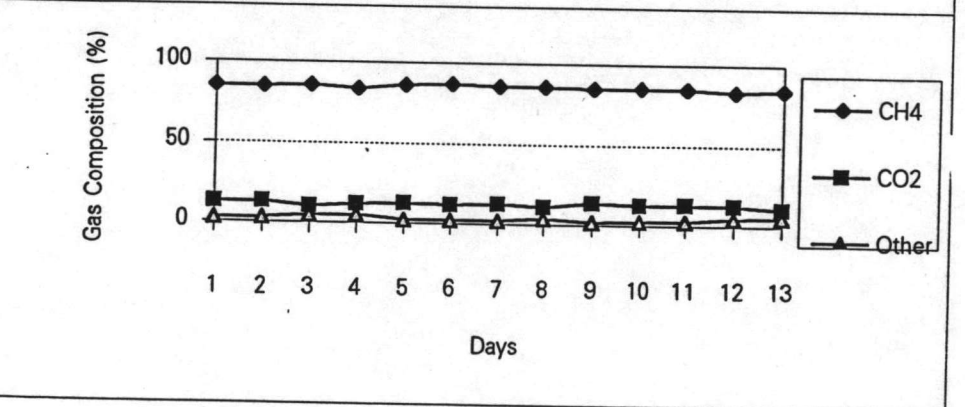
รูปที่ ค.4.5



รูปที่ ค.4.6

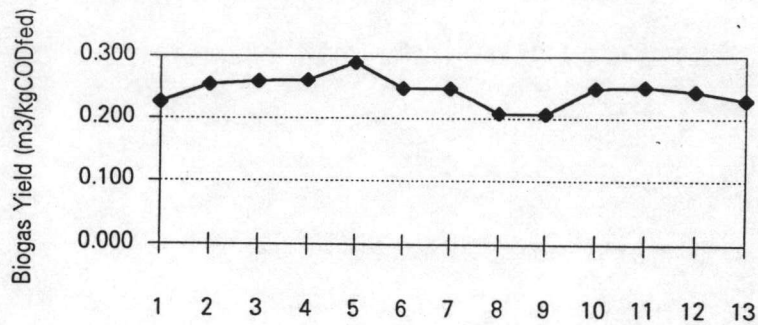


รูปที่ ค.4.7

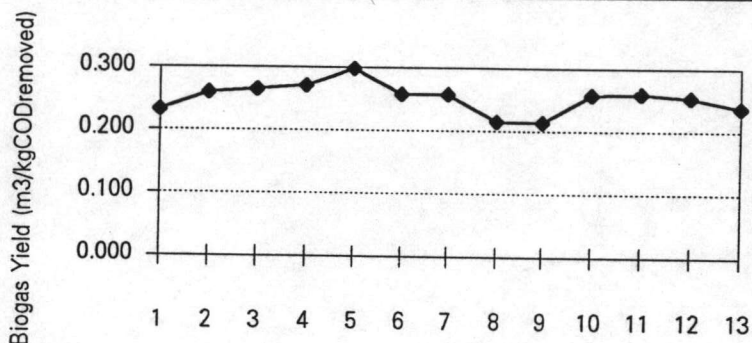


รูปที่ ค.4.8

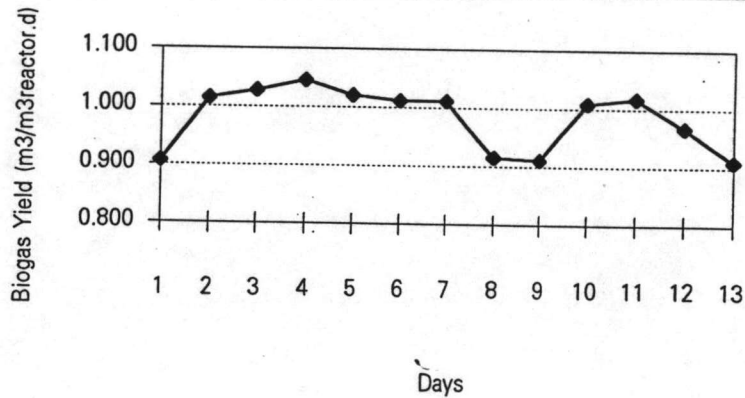
รูปที่ ค.4.5-ค.4.8 การเปลี่ยนแปลงค่าซีโอดี, และประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดี, อัตราการผลิต ก๊าซชีวภาพ และองค์ประกอบของก๊าซชีวภาพ ของระบบ ตามลำดับ



รูปที่ ค.4.9

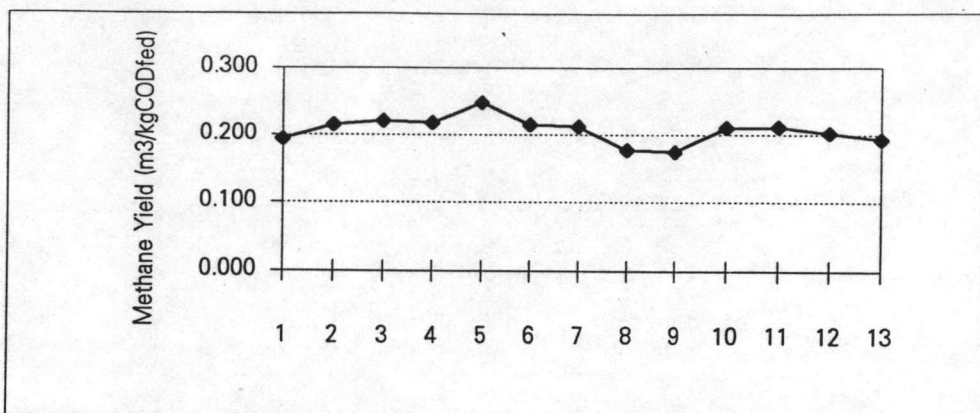


รูปที่ ค.4.10

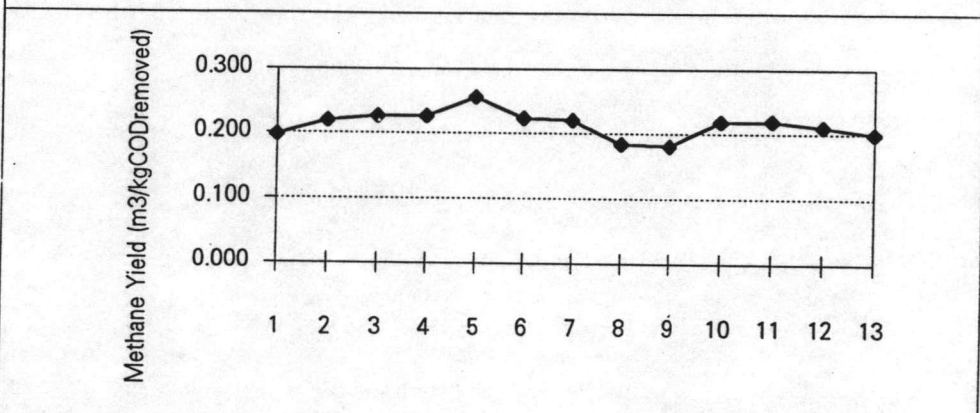


รูปที่ ค.4.11

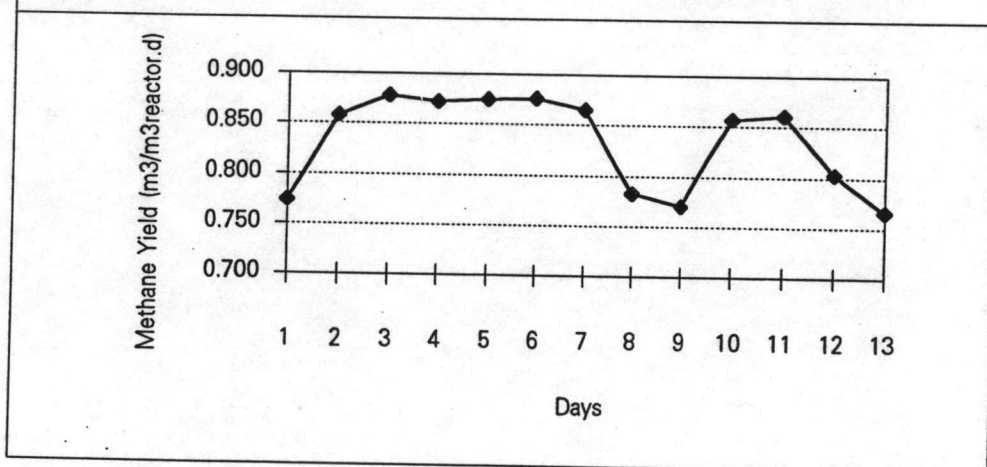
- รูปที่ ค.4.9 การเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพในการผลิตก๊าซชีวภาพโดยพิจารณาเทียบปริมาตรผลผลิตก๊าซชีวภาพกับปริมาณสารอินทรีย์ที่ป้อนเข้าสู่ระบบ
- รูปที่ ค.4.10 การเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพในการผลิตก๊าซชีวภาพโดยพิจารณาเทียบปริมาตรผลผลิตก๊าซชีวภาพกับปริมาณสารอินทรีย์ที่ถูกกำจัด
- รูปที่ ค.4.11 การเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพในการผลิตก๊าซชีวภาพโดยพิจารณาเทียบปริมาตรผลผลิตก๊าซชีวภาพกับปริมาตรถังหมัก



รูปที่ ค.4.12



รูปที่ ค.4.13



รูปที่ ค.4.14

- รูปที่ ค.4.12 การเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพในการผลิตก๊าซมีเทนโดยพิจารณาเทียบปริมาตรผลผลิตก๊าซมีเทนกับปริมาณสารอินทรีย์ที่ป้อนเข้าสู่ระบบ
- รูปที่ ค.4.13 การเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพในการผลิตก๊าซมีเทนโดยพิจารณาเทียบปริมาตรผลผลิตก๊าซมีเทนกับปริมาณสารอินทรีย์ที่ถูกกำจัด
- รูปที่ ค.4.14 การเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพในการผลิตก๊าซมีเทนโดยพิจารณาเทียบปริมาตรผลผลิตก๊าซมีเทนกับปริมาตรถังหมัก

ตารางที่ ค.5 ข้อมูลการทดลองแสดงค่าดัชนีต่างๆและประสิทธิภาพของระบบในแต่ละวันที่อัตราการป้อนสารอินทรีย์ 6.11 กิโลกรัมซีไอดี/ลูกบาศก์เมตร-วัน

Days	Flow rate (l/d)	HRT (days)	Organic Loading Rate (kg COD/m ³ d)	COD(mg/l)		pH		VFA(mg/l)		ALK(mg/l)		VFA/ALK	
				inf	eff	inf	eff	inf	eff	inf	eff	inf	eff
1	1.728	5.76	6.11	35280	862	4.5	8.3	1535	128	221	3450	6.95	0.04
2	1.728	5.76	6.68	38546	1372	4.5	8.4	1579	148	221	3450	7.14	0.04
3	1.728	5.76	6.11	35280	1254	4.8	8.5	1535	148	211	3584	7.27	0.04
4	1.728	5.76	6.11	35280	1137	4.7	8.5	1564	157	231	3584	6.77	0.04
5	1.728	5.76	6.11	35280	1215	4.7	8.4	1564	177	308	3758	5.08	0.05
6	1.728	5.76	5.21	30053	1215	4.8	8.3	1579	167	308	3450	5.13	0.05
7	1.728	5.76	6.11	35280	1254	4.8	8.4	1668	177	298	3757	5.60	0.05
8	1.728	5.76	6.11	35280	1254	4.9	8.5	1535	177	298	3757	5.15	0.05
9	1.728	5.76	6.11	35280	1254	4.9	8.4	1564	167	384	3449	4.07	0.05
10	1.728	5.76	5.44	31360	1215	4.9	8.4	1579	167	308	3584	5.13	0.05
11	1.728	5.76	7.02	40506	1254	5.1	8.4	1579	167	308	3450	5.13	0.05
12	1.728	5.76	5.44	31360	1372	5.1	8.4	1564	177	470	3757	3.33	0.05
13	1.728	5.76	5.44	31360	1215	5.3	8.5	1668	167	384	3988	4.34	0.04
14	1.728	5.76	6.79	39200	1254	4.8	8.5	1535	167	240	3968	6.40	0.04

ตารางที่ ค. 5 (ต่อ)

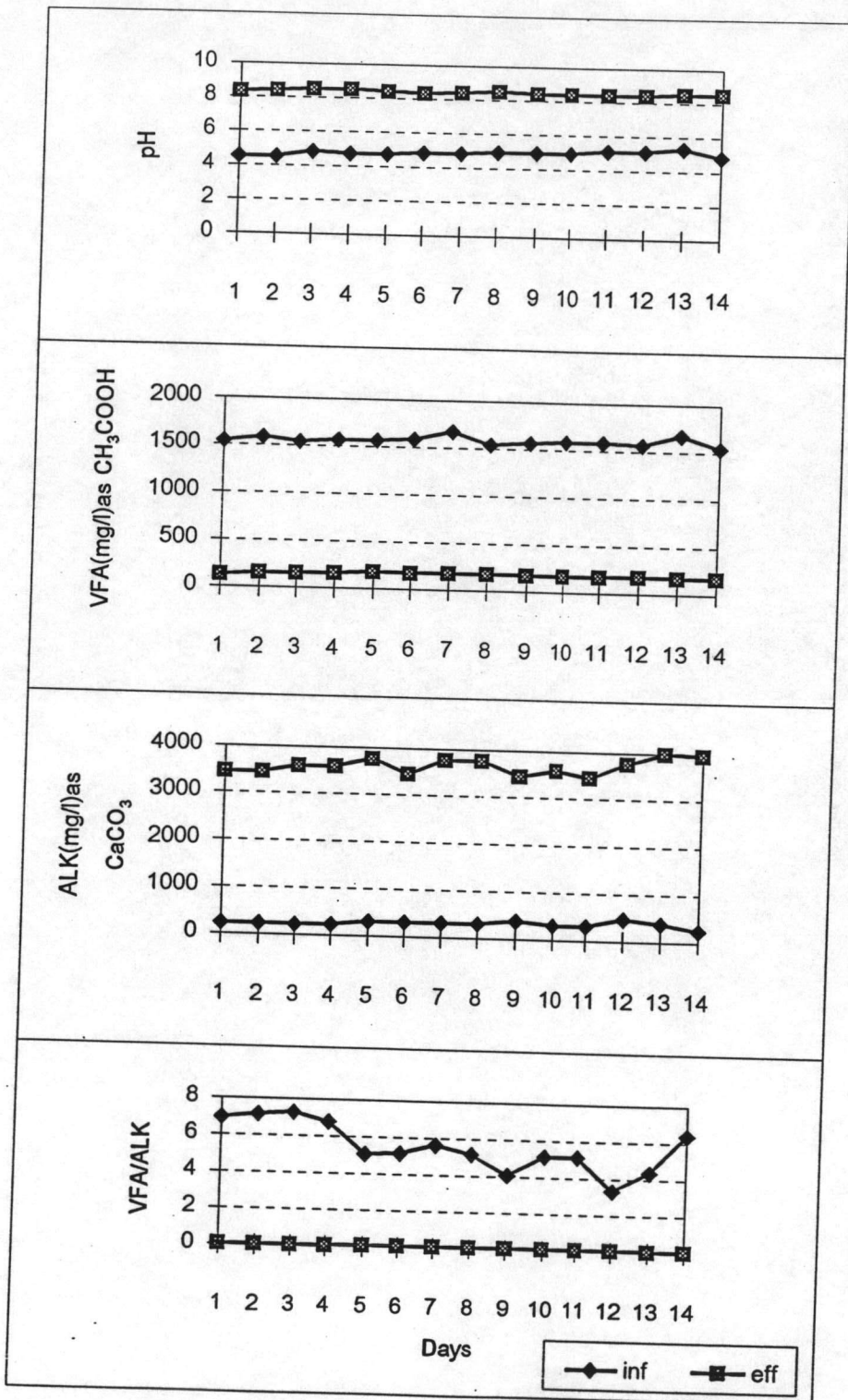
Days	COD Reduction (%)	Gas Production (l/d)	Gas Composition (%)			Biogas Yield			Methane Yield		
			CH ₄	CO ₂	Others	Unit1	Unit2	Unit3	Unit1	Unit2	Unit3
1	97.56	14.31	83.5	10.77	5.74	0.235	0.241	1.435	0.196	0.201	1.198
2	96.44	15.92	84.59	12.79	2.62	0.239	0.248	1.597	0.202	0.210	1.351
3	96.45	16.63	84.29	12.93	2.78	0.273	0.283	1.668	0.230	0.238	1.406
4	96.78	16.13	85.33	12.13	2.54	0.265	0.273	1.618	0.226	0.233	1.380
5	96.56	15.12	85.13	12.23	2.64	0.248	0.257	1.517	0.211	0.219	1.291
6	95.96	15.72	84.55	12.25	3.20	0.303	0.315	1.577	0.256	0.267	1.333
7	96.45	14.66	84.46	12.62	2.92	0.240	0.249	1.470	0.203	0.211	1.242
8	96.45	13.5	84.54	12.26	3.20	0.221	0.230	1.354	0.187	0.194	1.144
9	96.45	14.11	82.77	12.36	4.87	0.231	0.240	1.415	0.192	0.199	1.172
10	96.13	14.11	82.99	12.39	4.62	0.260	0.271	1.415	0.216	0.225	1.175
11	96.9	15.12	82.89	12.46	4.65	0.216	0.223	1.517	0.179	0.185	1.257
12	95.63	13.69	82.98	11.51	5.52	0.253	0.264	1.373	0.210	0.219	1.140
13	96.13	13.69	81.83	11.41	6.77	0.253	0.263	1.373	0.207	0.215	1.124
14	96.80	13.78	82.60	11.57	5.83	0.203	0.210	1.382	0.168	0.174	1.141

Unit 1 = m³/kgCODfed

Unit 2 = m³/kgCODremoved

Unit 3 = m³/m³ reactor.d

กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงค่าตรวจนี้ต่างๆ และประสิทธิภาพของระบบในแต่ละวันที่ อัตราการป้อนสารอินทรีย์ 6.11 กิโลกรัมชีไอต์/ลูกบาศก์เมตร-วัน



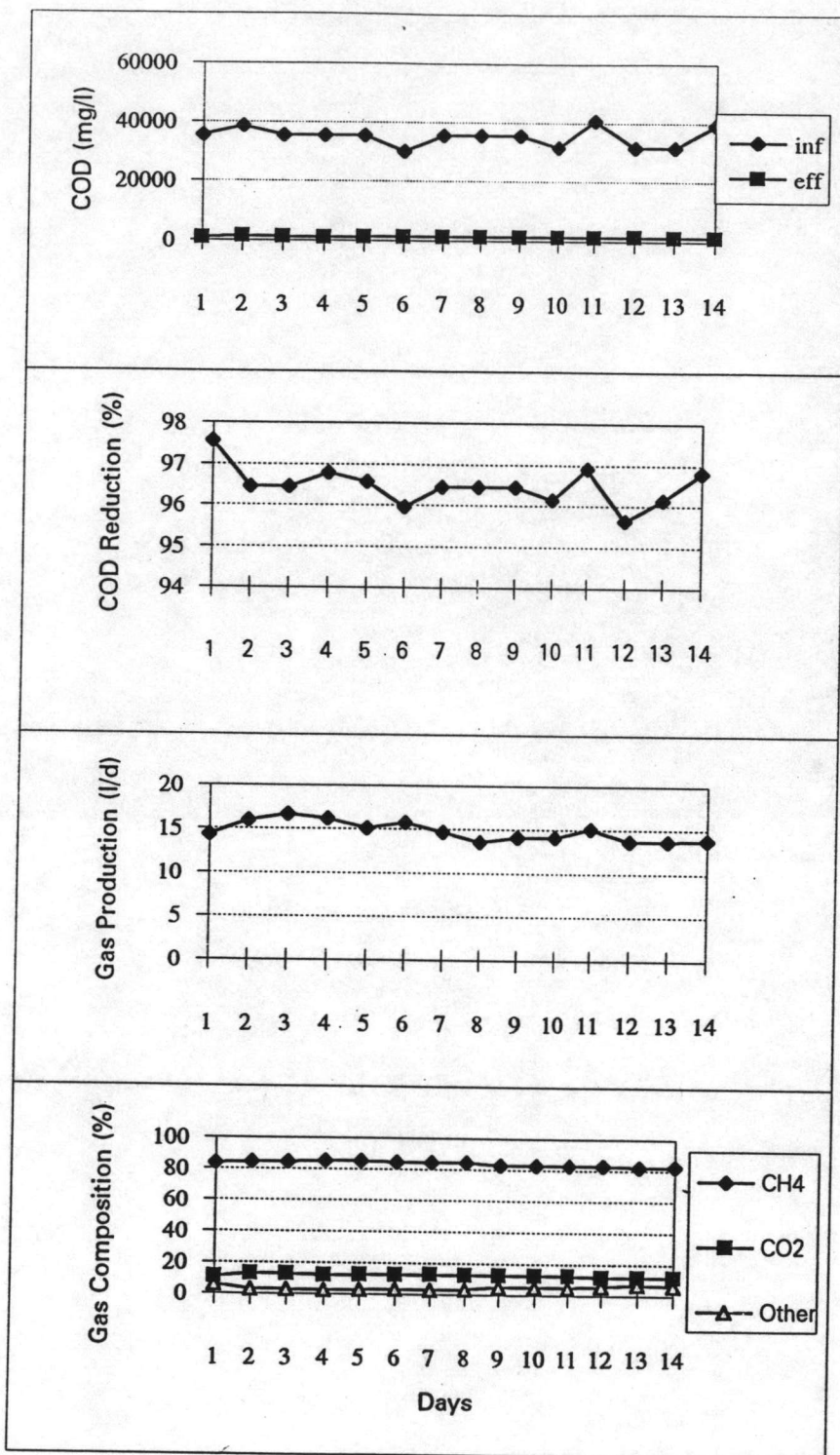
รูปที่ ค.5.1

รูปที่ ค.5.2

รูปที่ ค.5.3

รูปที่ ค.5.4

รูปที่ ค.5.1-ค.5.4 การเปลี่ยนแปลงค่าพีเอช, กรดไขมันระเหย, ค่าสภาพความเป็นด่าง และอัตราส่วนระหว่างปริมาณกรดไขมันระเหยต่อค่าสภาพความเป็นด่างของน้ำเสียที่เข้าและออกจากระบบ



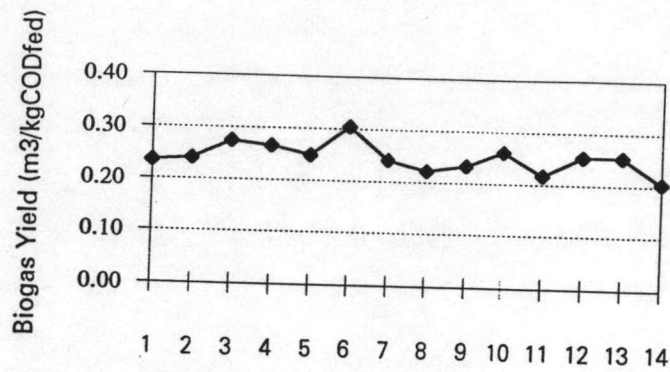
รูปที่ ค.5.5

รูปที่ ค.5.6

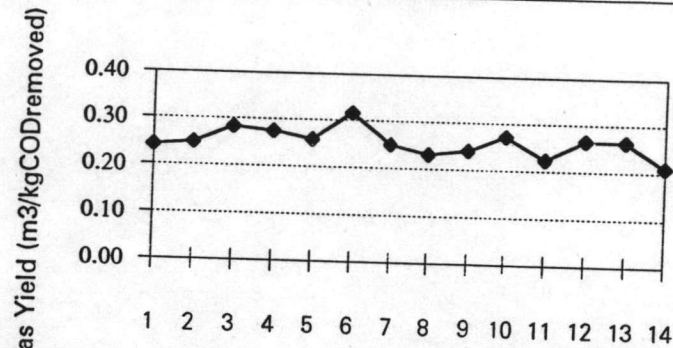
รูปที่ ค.5.7

รูปที่ ค.5.8

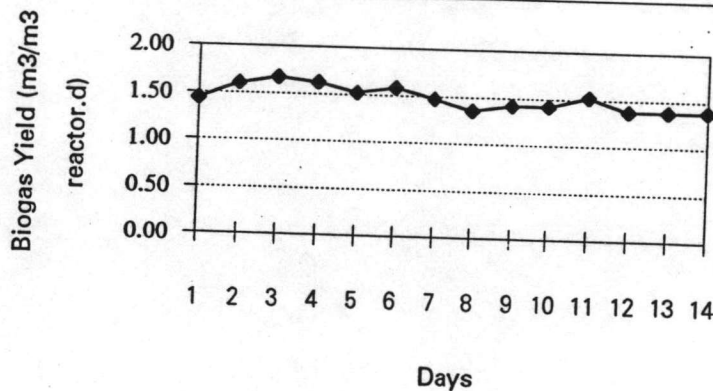
รูปที่ ค.5.5-ค.5.8 การเปลี่ยนแปลงค่าซีโอดี, และประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดี, อัตราการผลิต ก๊าซชีวภาพ และองค์ประกอบของก๊าซชีวภาพ ของระบบ ตามลำดับ



รูปที่ ค.5.9



รูปที่ ค.5.10



รูปที่ ค.5.11

รูปที่ ค.5.9 การเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพในการผลิตก๊าซชีวภาพโดยพิจารณาเทียบปริมาตรผล

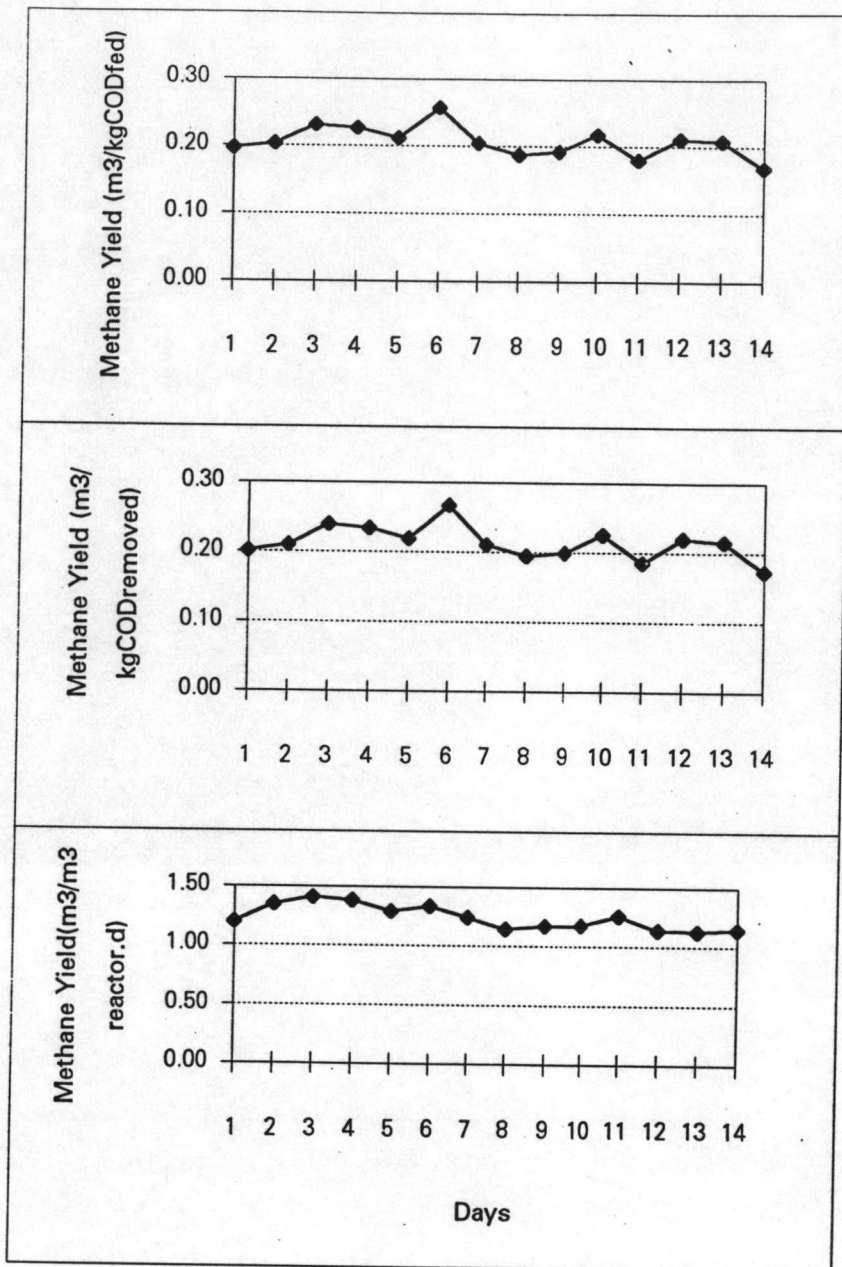
ผลิตก๊าซชีวภาพกับปริมาณสารอินทรีย์ที่ป้อนเข้าสู่ระบบ

รูปที่ ค.5.10 การเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพในการผลิตก๊าซชีวภาพโดยพิจารณาเทียบปริมาตรผล

ผลิตก๊าซชีวภาพกับปริมาณสารอินทรีย์ที่ถูกกำจัด

รูปที่ ค.5.11 การเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพในการผลิตก๊าซชีวภาพโดยพิจารณาเทียบปริมาตรผล

ผลิตก๊าซชีวภาพกับปริมาตรถังหมัก



- รูปที่ ค.5.12 การเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพในการผลิตก๊าซมีเทนโดยพิจารณาเทียบปริมาตรผลผลิตก๊าซมีเทนกับปริมาณสารอินทรีย์ที่ป้อนเข้าสู่ระบบ
- รูปที่ ค.5.13 การเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพในการผลิตก๊าซมีเทนโดยพิจารณาเทียบปริมาตรผลผลิตก๊าซมีเทนกับปริมาณสารอินทรีย์ที่ถูกกำจัด
- รูปที่ ค.5.14 การเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพในการผลิตก๊าซมีเทนโดยพิจารณาเทียบปริมาตรผลผลิตก๊าซมีเทนกับปริมาตรถังหมัก

ตารางที่ ค.6 ข้อมูลการทดลองแสดงค่าดัชนีต่างๆและประสิทธิภาพของระบบในแต่ละวันที่อัตราการป้อนสารอินทรีย์ 9.55 กิโลกรัมชีโอดี/ลูกบาศก์เมตร-วัน

Days	Flow rate (l/d)	HRT (days)	Organic Loading Rate (kg COD/m ³ d)	COD(mg/l)		pH		VFA(mg/l)		ALK(mg/l)		VFA/ALK	
				inf	eff	inf	eff	inf	eff	inf	eff	inf	eff
1	1.728	5.76	8.61	49653	1294	4.9	8.6	1579	413	250	3585	6.32	0.12
2	1.728	5.76	9.51	54880	1294	5.6	8.5	2082	354	557	4257	3.74	0.08
3	1.728	5.76	8.83	50960	1450	5.8	8.6	2066	369	625	4257	3.31	0.09
4	1.728	5.76	8.83	50960	1607	5.7	8.6	2288	369	730	4555	3.13	0.08
5	1.728	5.76	8.49	49000	1725	5.5	8.3	2524	383	682	4776	3.70	0.08
6	1.728	5.76	9.17	52920	1803	5.3	8.4	2337	442	596	5016	3.92	0.09
7	1.728	5.76	7.47	43120	1921	4.8	8.6	2608	407	471	4353	5.54	0.09
8	1.728	5.76	9.51	54880	2038	4.8	8.5	2563	618	481	5112	5.33	0.12
9	1.728	5.76	9.51	54880	2156	4.6	8.4	2322	527	413	5016	5.62	0.11
10	1.728	5.76	8.15	47040	2352	4.9	8.4	2563	574	481	5224	5.33	0.11
11	1.728	5.76	8.49	49000	2352	4.9	8.7	2487	527	547	5323	4.55	0.10
12	1.728	5.76	8.49	49000	2156	4.9	8.6	2744	618	498	5224	5.51	0.12
13	1.728	5.76	7.93	45760	2163	4.9	8.4	2623	573	547	5473	4.80	0.10
14	1.728	5.76	9.01	52000	2329	4.9	8.1	2465	573	547	5522	4.51	0.10
15	1.728	5.76	9.01	52000	2246	4.9	8.4	2465	575	547	5522	4.51	0.10
16	1.728	5.76	10.09	58240	2246	4.9	8.5	2487	575	498	5473	4.99	0.11
17	1.728	5.76	10.09	58240	2246	4.8	8.4	2646	650	498	6866	5.31	0.09

ตารางที่ ค. 6 (ต่อ)

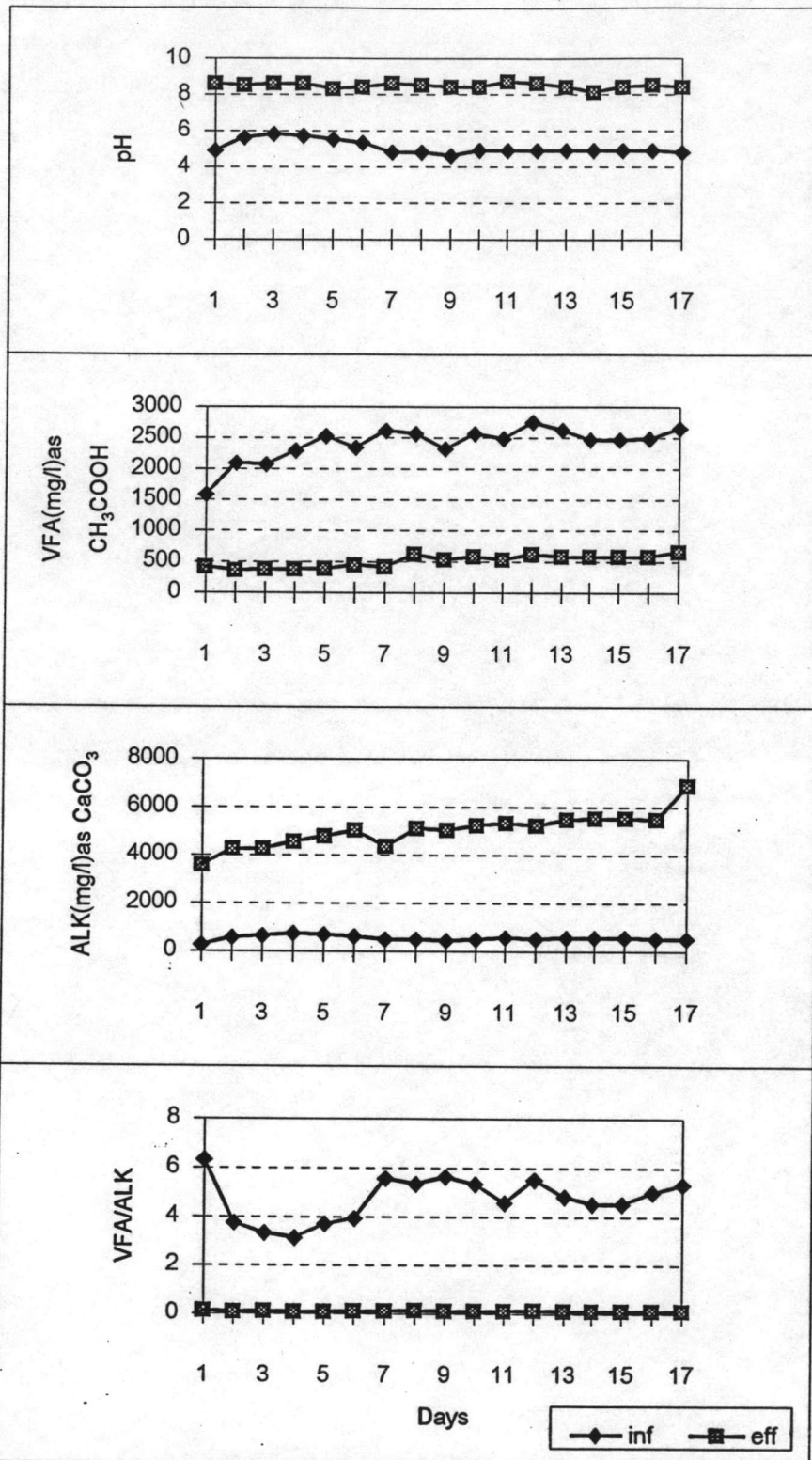
Days	COD Reduction (%)	Gas Production (l/d)	Gas Composition (%)			Biogas Yield			Methane Yield		
			CH ₄	CO ₂	Others	Unit1	Unit2	Unit3	Unit1	Unit2	Unit3
1	97.39	13.10	83.27	12.62	4.11	0.153	0.157	1.314	0.127	0.131	1.095
2	97.64	20.16	83.07	11.95	4.98	0.213	0.218	2.022	0.177	0.181	1.680
3	97.15	21.04	82.96	11.51	5.54	0.239	0.246	2.111	0.198	0.204	1.751
4	96.85	22.85	82.20	12.33	5.47	0.260	0.268	2.292	0.213	0.220	1.884
5	96.48	22.18	82.24	10.03	7.73	0.262	0.271	2.224	0.215	0.223	1.829
6	96.59	21.50	82.27	12.12	5.61	0.235	0.243	2.157	0.194	0.200	1.775
7	95.54	21.76	82.64	13.75	3.61	0.292	0.306	2.182	0.241	0.253	1.803
8	96.29	21.25	82.06	11.92	6.02	0.224	0.233	2.132	0.184	0.191	1.749
9	96.07	20.76	81.62	13.43	4.96	0.219	0.228	2.082	0.179	0.186	1.700
10	95.00	21.78	81.82	13.13	5.05	0.268	0.282	2.185	0.219	0.231	1.788
11	95.20	22.67	81.79	13.24	4.96	0.268	0.281	2.273	0.219	0.230	1.860
12	95.60	23.06	80.20	13.75	6.04	0.272	0.285	2.313	0.218	0.228	1.855
13	95.27	23.80	80.16	13.29	6.55	0.301	0.316	2.387	0.241	0.253	1.914
14	95.52	27.47	79.66	12.62	7.72	0.306	0.320	2.755	0.244	0.255	2.195
15	95.68	23.24	80.52	15.01	4.47	0.259	0.270	2.331	0.208	0.218	1.877
16	96.14	24.33	84.94	12.20	2.86	0.242	0.251	2.441	0.205	0.214	2.073
17	96.14	25.20	81.98	14.54	3.49	0.250	0.260	2.528	0.205	0.214	2.072

Unit 1 = m³/kgCODfed

Unit 2 = m³/kgCODremoved

Unit 3 = m³/m³ reactor.d

กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงค่าตัวชี้วัดต่างๆ และประสิทธิภาพของระบบในแต่ละวันที่ อัตราการป้อนสารอินทรีย์ 9.55 กิโลกรัมชีโอดี/ลูกบาศก์เมตร-วัน



รูปที่ ค.6.1

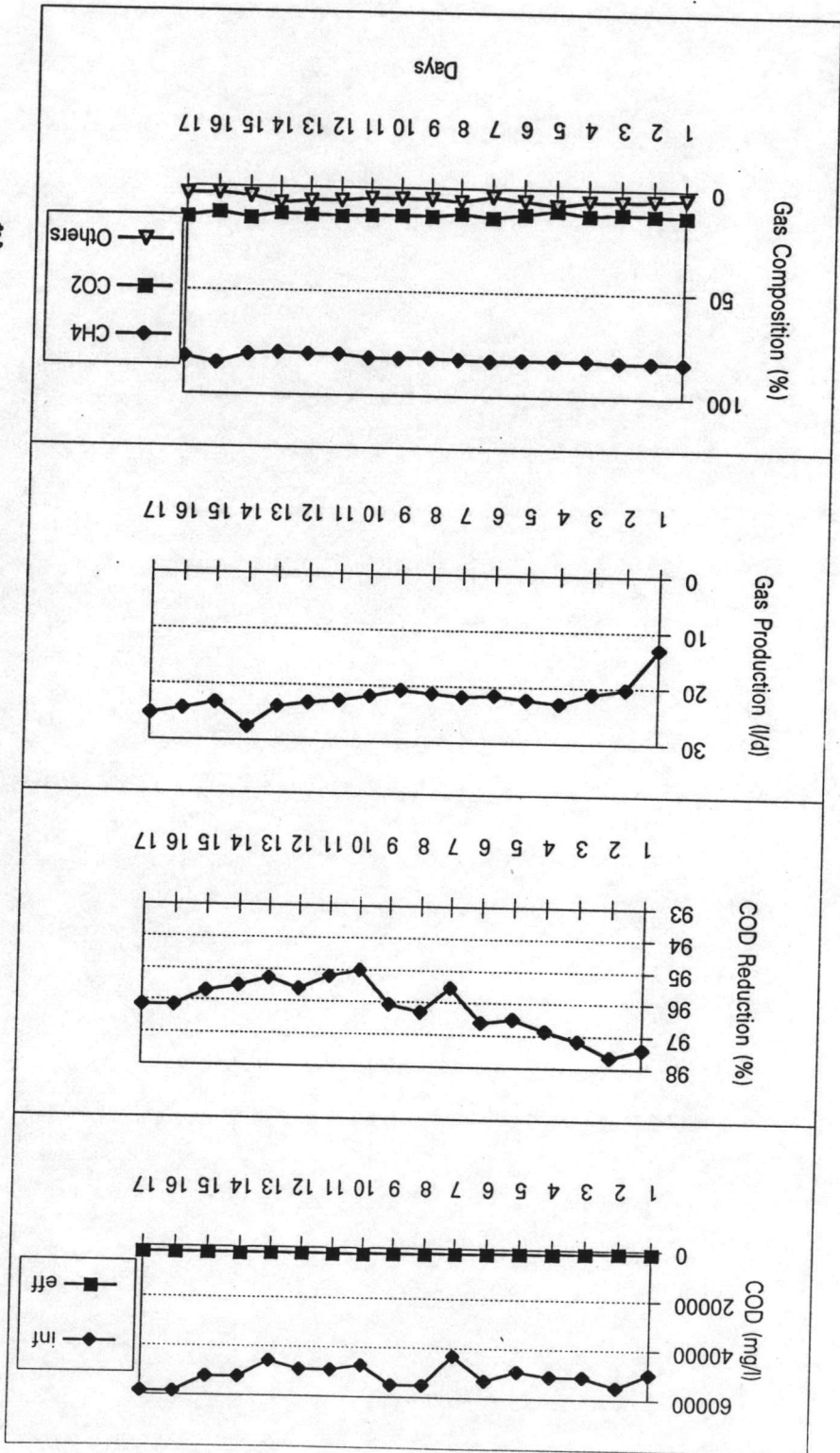
รูปที่ ค.6.2

รูปที่ ค.6.3

รูปที่ ค.6.4

รูปที่ ค.6.1-ค.6.4 การเปลี่ยนแปลงค่าพีเอช, กรดไขมันระเหย, ค่าสภาพความเป็นด่าง และอัตราส่วนระหว่างปริมาณกรดไขมันระเหยต่อค่าสภาพความเป็นด่างของน้ำเสียที่เข้าและออกจากระบบ

รูปที่ ๓.๖.๕-๓.๖.๘ การเปลี่ยนแปลงค่าซีโอดี, และประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดี, อัตราการผลิตก๊าซชีวภาพ และองค์ประกอบของก๊าซชีวภาพ ของระบบ ตามลำดับ

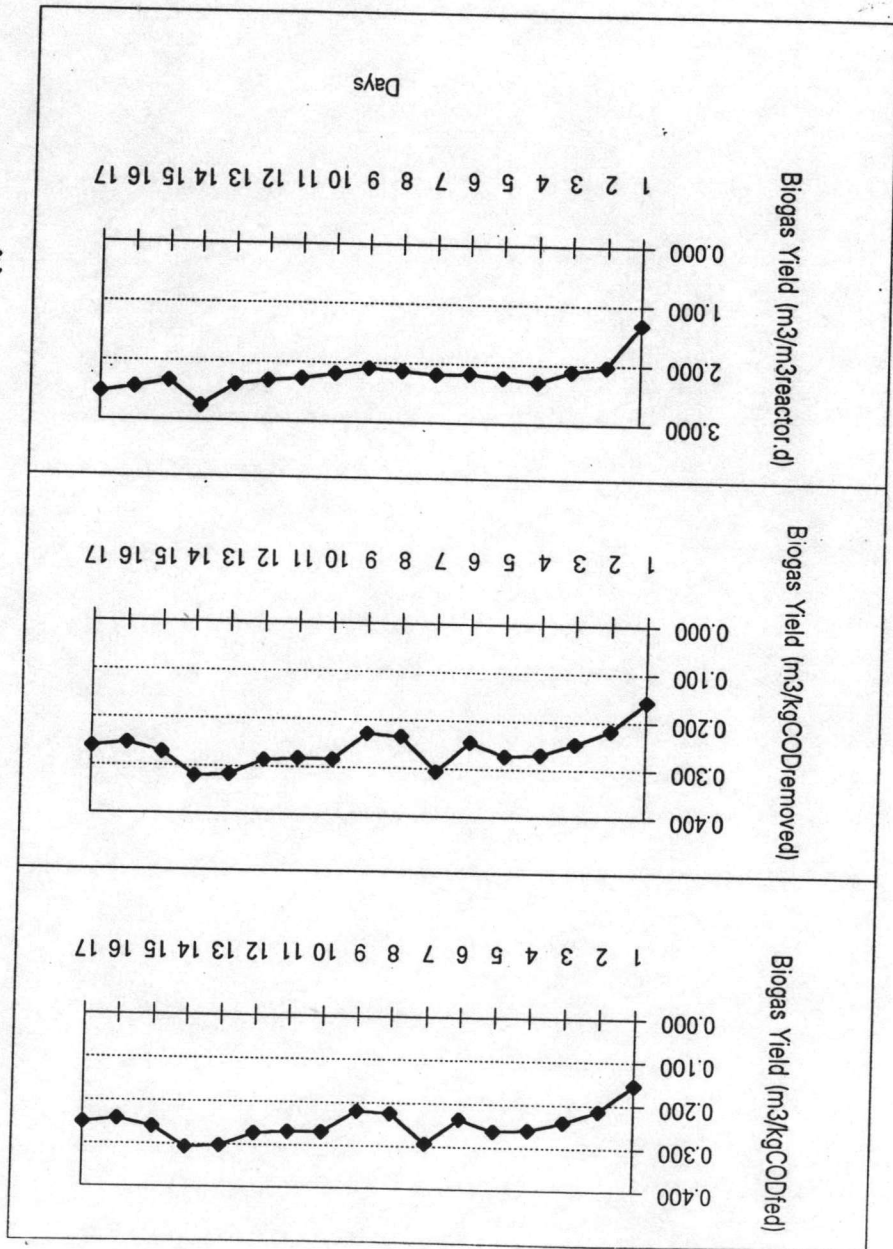


รูปที่ ๑.๖.๑ การเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพในการผลิตก๊าซชีวภาพโดยพิจารณาจากระยะเวลาทดลอง

ผลผลิตก๊าซชีวภาพในระบบ

รูปที่ ๑.๖.๑๐ การเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพในการผลิตก๊าซชีวภาพโดยพิจารณาจากระยะเวลาทดลอง

รูปที่ ๑.๖.๑๑ การเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพในการผลิตก๊าซชีวภาพโดยพิจารณาจากระยะเวลาทดลอง



รูปที่ ๑.๖.๑๑

รูปที่ ๑.๖.๑๐

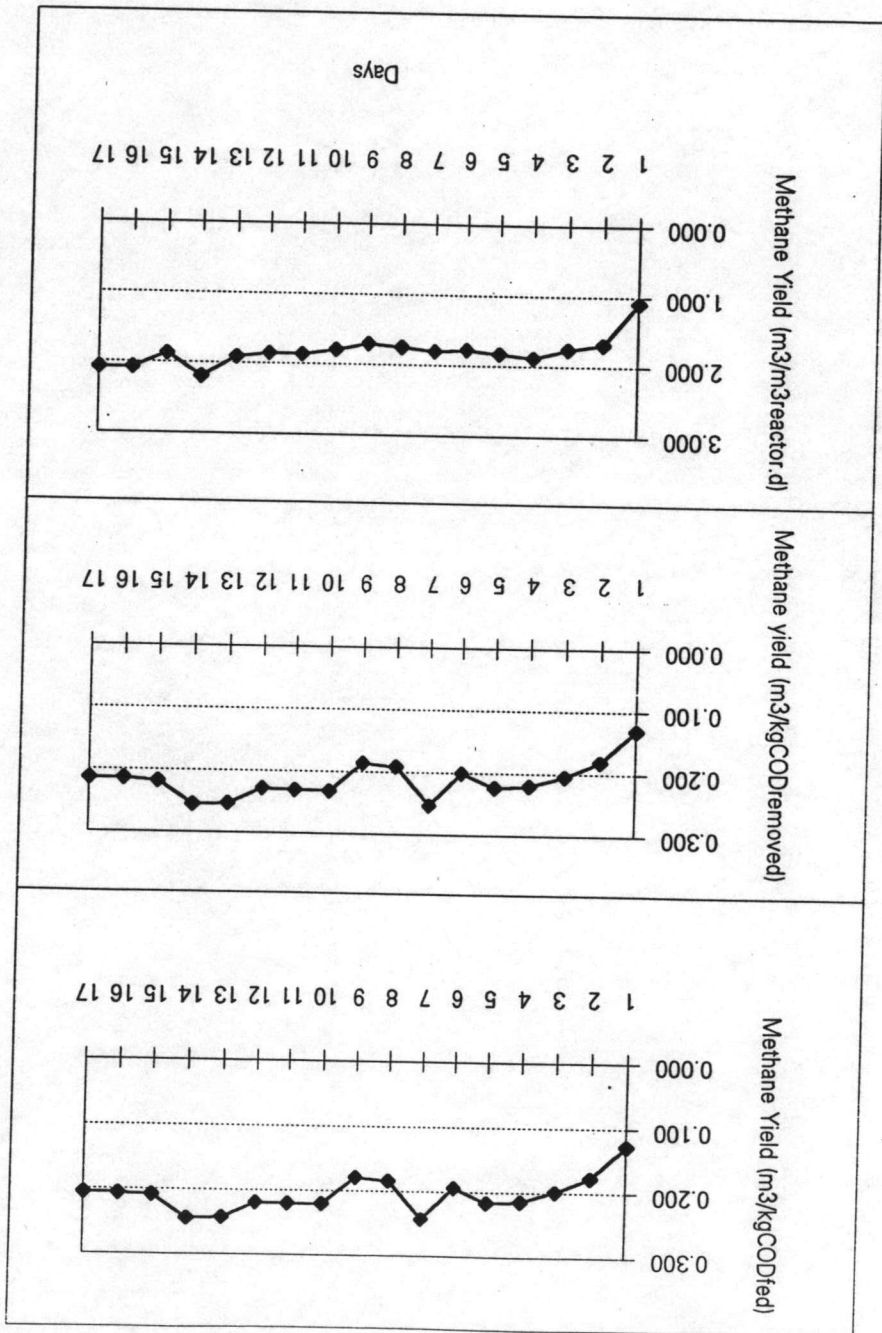
รูปที่ ๑.๖.๑

ผลศึกษาขบวนการบำบัดน้ำเสีย

รูปที่ ๑.๖.๑๒ การเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพในการผลิตก๊าซมีเทนโดยพิจารณาจากระยะเวลา

รูปที่ ๑.๖.๑๓ การเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพในการผลิตก๊าซมีเทนโดยพิจารณาจากระยะเวลา

รูปที่ ๑.๖.๑๔ การเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพในการผลิตก๊าซมีเทนโดยพิจารณาจากระยะเวลา



ตารางที่ ค. 7 (ต่อ)

Days	SS (mg/l)	COD Reduction (%)	Gas Production (l/d)	Gas Composition (%)			Biogas Yield			Methane Yield		
				CH ₄	CO ₂	Others	Unit1	Unit2	Unit3	Unit1	Unit2	Unit3
1	-	96.84	31.63	82.48	13.81	3.71	0.232	0.239	3.172	0.191	0.197	2.616
2	-	96.74	31.30	83.00	13.51	3.49	0.229	0.237	3.140	0.190	0.197	2.606
3	-	96.56	34.37	82.06	14.61	3.33	0.266	0.275	3.447	0.218	0.226	2.829
4	-	96.56	38.39	81.81	14.80	3.40	0.297	0.307	3.850	0.243	0.251	3.150
5	-	94.72	38.64	80.96	15.54	3.50	0.299	0.315	3.876	0.242	0.255	3.138
6	-	94.42	38.30	80.09	14.90	5.01	0.313	0.331	3.842	0.251	0.265	3.077
7	-	93.47	37.97	80.91	14.30	4.80	0.293	0.314	3.808	0.237	0.254	3.081
8	-	93.33	34.47	79.82	13.85	6.33	0.266	0.285	3.457	0.213	0.228	2.760
9	-	92.87	31.84	78.46	16.28	5.26	0.246	0.265	3.193	0.193	0.208	2.505
10	-	90.79	27.10	80.18	15.47	4.35	0.198	0.219	2.719	0.159	0.175	2.180
11	2436	89.21	28.38	78.00	16.93	5.08	0.208	0.233	2.846	0.162	0.182	2.220
12	8415	84.44	26.80	82.69	12.54	4.78	0.207	0.245	2.688	0.171	0.203	2.222
13	7983	81.11	9.04	87.17	9.44	3.39	0.070	0.086	0.907	0.061	0.075	0.791
14	6542	76.47	2.69	86.14	10.25	3.61	0.022	0.029	0.270	0.019	0.025	0.233

หมายเหตุ ในวันที่ไม่ได้วิเคราะห์ค่า SS เนื่องจากสังเกตเห็นน้ำที่ออกจากระบบค่อนข้างใส(ไม่มีตะกอนแบบที่เรียกสีดำหลุดออกจากระบบ)ซึ่งในช่วงนี้
ค่า SS จะมีค่าอยู่ในช่วงประมาณ 200-500 mg/l

Unit 1 = m³/kgCODfed

Unit 2 = m³/kgCODremoved

Unit 3 = m³/m³ reactor.d

ตารางที่ ค. 7 (ต่อ)

Days	COD Reduction (%)	Gas Production (l/d)	Gas Composition (%)			Biogas Yield			Methane Yield		
			CH ₄	CO ₂	Others	Unit1	Unit2	Unit3	Unit1	Unit2	Unit3
1	96.84	31.63	82.48	13.81	3.71	0.232	0.239	3.172	0.191	0.197	2.616
2	96.74	31.30	83.00	13.51	3.49	0.229	0.237	3.140	0.190	0.197	2.606
3	93.56	34.37	82.06	14.61	3.33	0.266	0.275	3.447	0.218	0.226	2.829
4	93.56	38.39	81.81	14.80	3.40	0.297	0.307	3.850	0.243	0.251	3.150
5	94.72	38.64	80.96	15.54	3.50	0.299	0.315	3.876	0.242	0.255	3.138
6	94.42	38.30	80.09	14.90	5.01	0.313	0.331	3.842	0.251	0.265	3.077
7	93.47	37.97	80.91	14.30	4.80	0.293	0.314	3.808	0.237	0.254	3.081
8	93.33	34.47	79.82	13.85	6.33	0.266	0.285	3.457	0.213	0.228	2.760
9	92.87	31.84	78.46	16.28	5.26	0.246	0.265	3.193	0.193	0.208	2.505
10	90.79	27.10	80.18	15.47	4.35	0.198	0.219	2.719	0.159	0.175	2.180
11	89.21	28.38	78.00	16.93	5.08	0.208	0.233	2.846	0.162	0.182	2.220
12	84.44	26.80	82.69	12.54	4.78	0.207	0.245	2.688	0.171	0.203	2.222
13	81.11	9.04	87.17	9.44	3.39	0.070	0.086	0.907	0.061	0.075	0.791
14	76.47	2.69	86.14	10.25	3.61	0.022	0.029	0.270	0.019	0.025	0.233

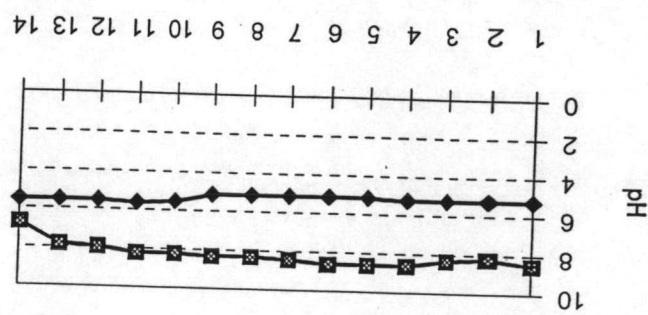
Unit 1 = m³/kgCODfed

Unit 2 = m³/kgCODremoved

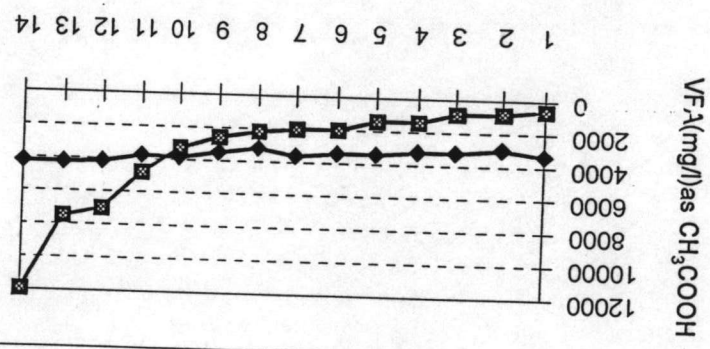
Unit 3 = m³/m³ reactor.d

การเปลี่ยนแปลงค่าต่าง ๆ และประสิทธิภาพของระบบในแต่ละวันที่
อัตราการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ 12.98 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

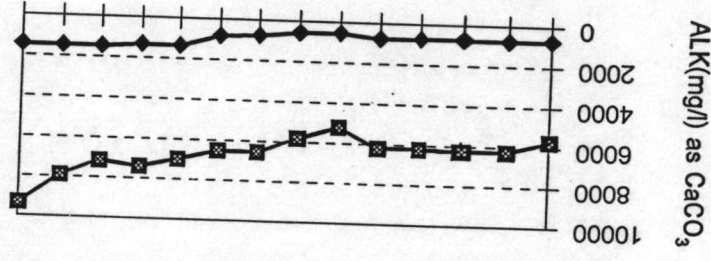
รูปที่ ๗.๑



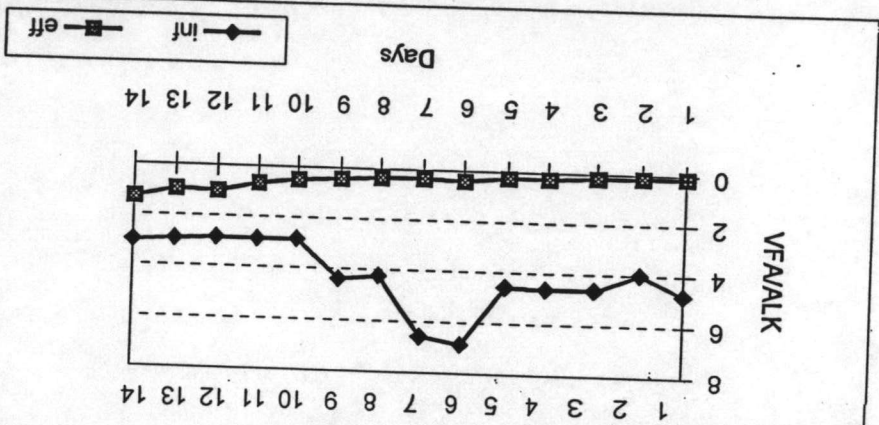
รูปที่ ๗.๒



รูปที่ ๗.๓

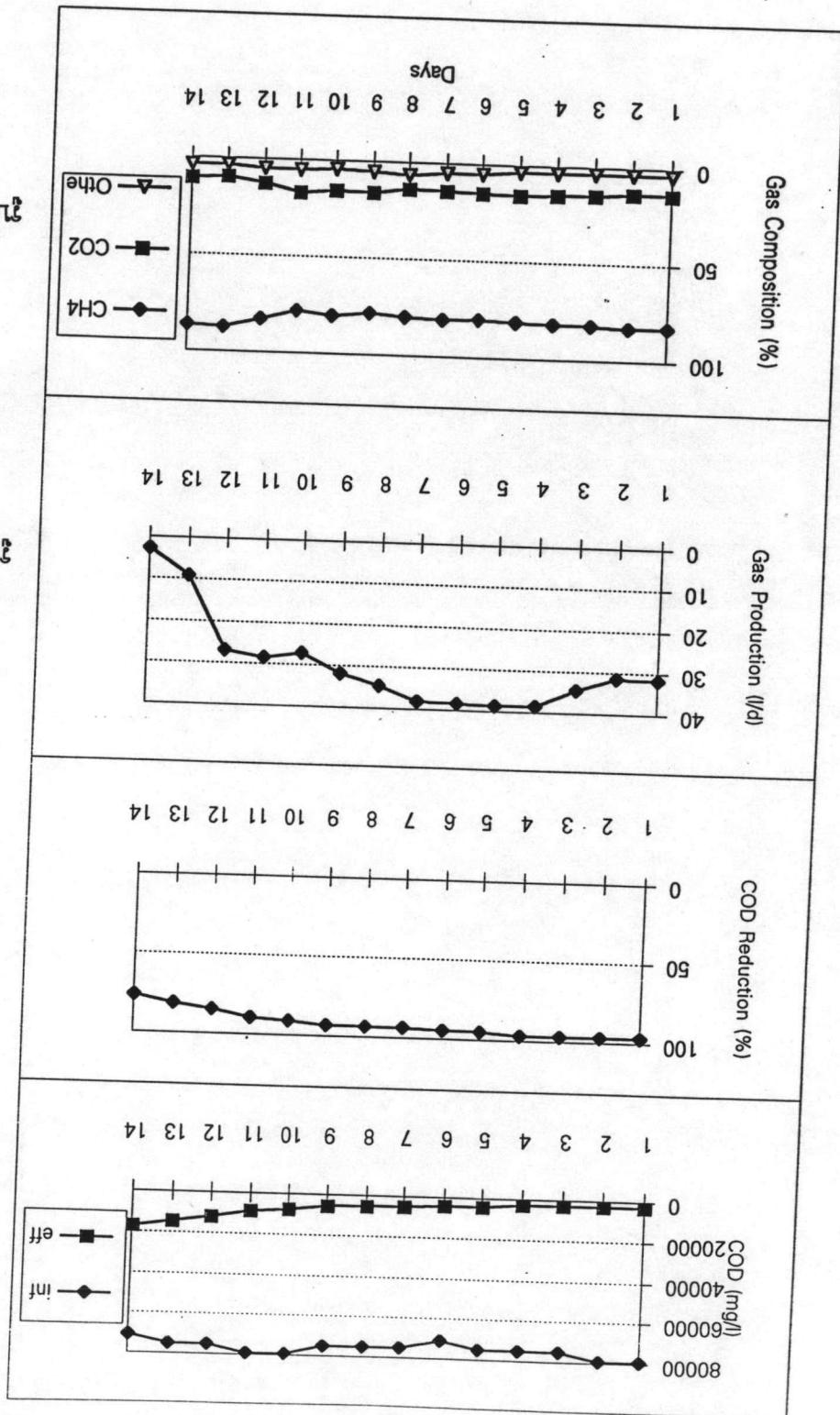


รูปที่ ๗.๔



รูปที่ ๗.๑-๗.๔ การเปลี่ยนแปลงค่าพีเอช, การเปลี่ยนแปลงค่าต่าง ๆ และอัตราการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ของระบบ

รูปที่ ๗.๕-๗.๘ การเปลี่ยนแปลงค่าซีโอดี, และประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดี, อัตราการผลิตก๊าซชีวภาพ และองค์ประกอบของก๊าซชีวภาพ ของระบบ ตามลำดับ



ผลผลิตก๊าซชีวภาพในระบบบำบัดน้ำเสีย

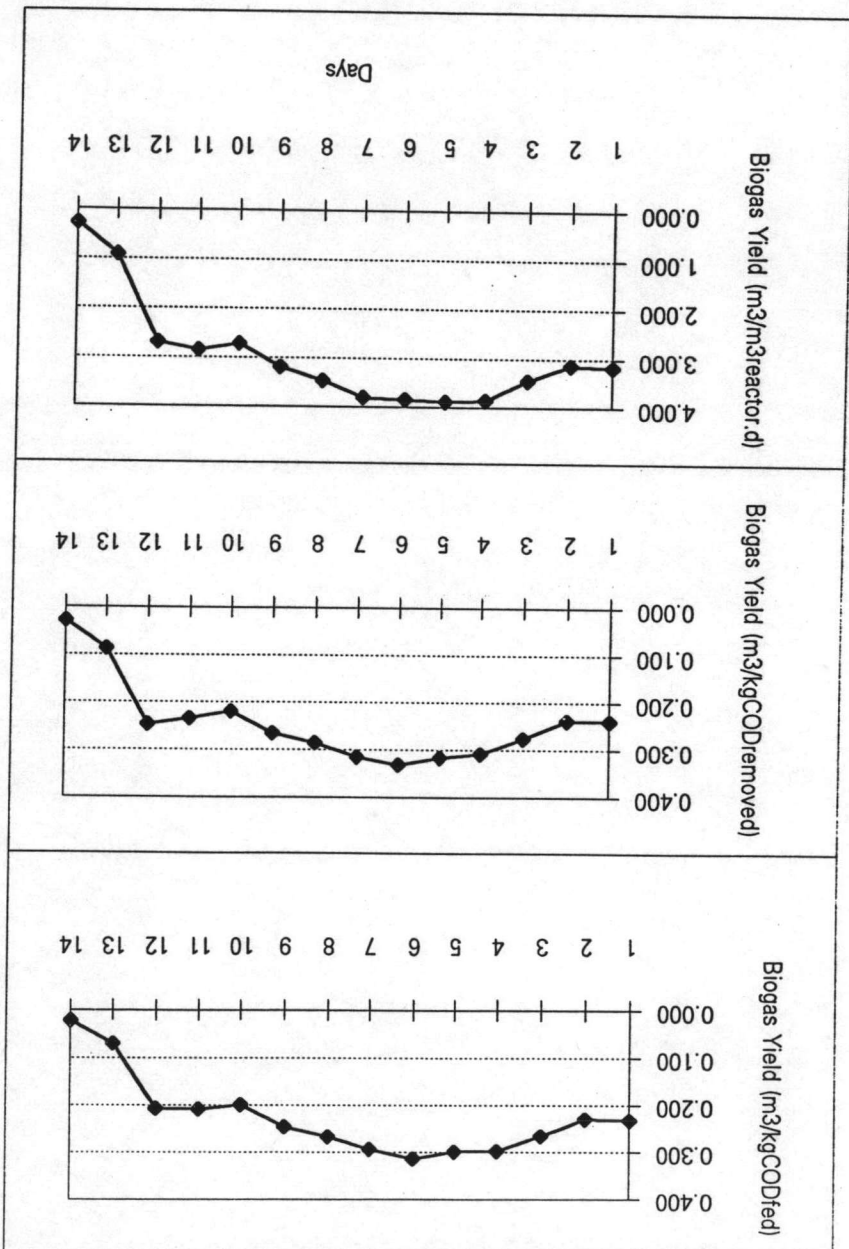
รูปที่ ๗.๗.๑๑ การเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพในการผลิตก๊าซชีวภาพโดยพิจารณาจากระยะเวลา

ผลผลิตก๊าซชีวภาพในระบบบำบัดน้ำเสีย

รูปที่ ๗.๗.๑๐ การเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพในการผลิตก๊าซชีวภาพโดยพิจารณาจากระยะเวลา

ผลผลิตก๊าซชีวภาพในระบบบำบัดน้ำเสีย

รูปที่ ๗.๗.๑๒ การเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพในการผลิตก๊าซชีวภาพโดยพิจารณาจากระยะเวลา



รูปที่ ๗.๗.๑๑

รูปที่ ๗.๗.๑๐

รูปที่ ๗.๗.๑๒

ผลผลิตก๊าซมีเทนกับปริมาณสารตั้งต้น

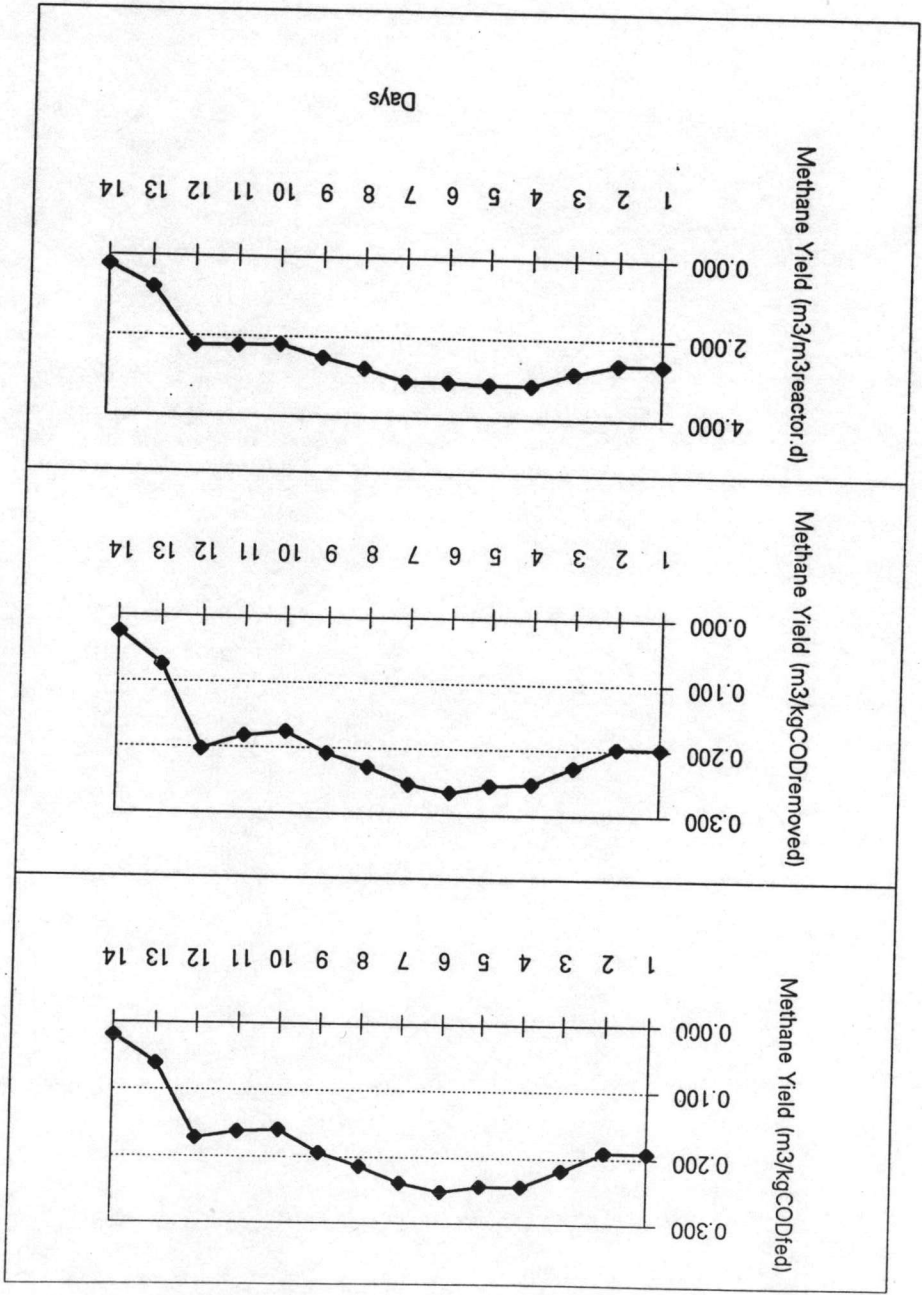
รูปที่ ๗.๗.๑๔ การเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพในการผลิตก๊าซมีเทนโดยพิจารณาจากระยะเวลา

ผลผลิตก๊าซมีเทนกับปริมาณสารตั้งต้น

รูปที่ ๗.๗.๑๓ การเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพในการผลิตก๊าซมีเทนโดยพิจารณาจากระยะเวลา

ผลผลิตก๊าซมีเทนกับปริมาณสารตั้งต้นในระบบ

รูปที่ ๗.๗.๑๒ การเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพในการผลิตก๊าซมีเทนโดยพิจารณาจากระยะเวลา



รูปที่ ๗.๗.๑๔

รูปที่ ๗.๗.๑๓

รูปที่ ๗.๗.๑๒

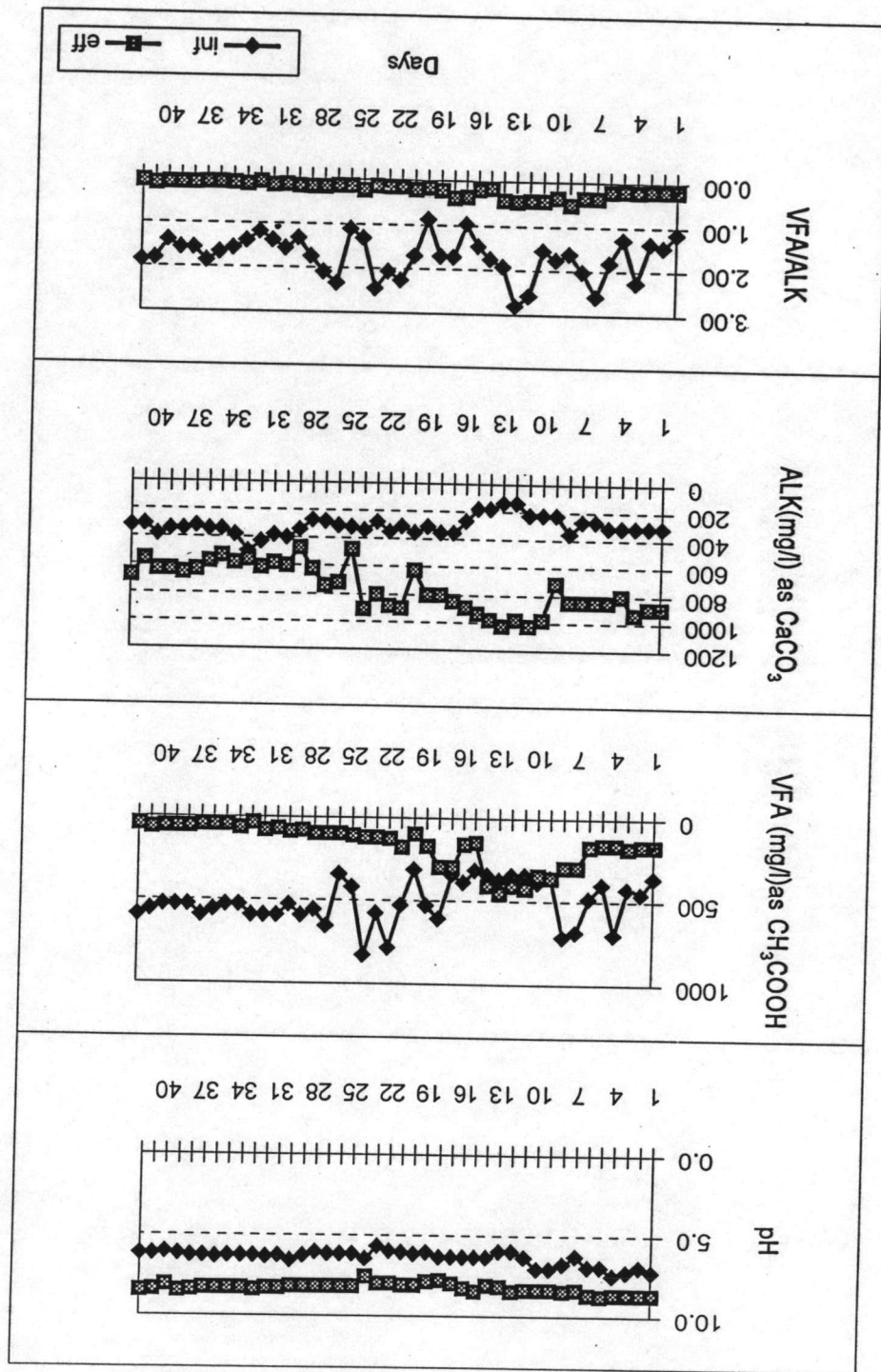
ตารางที่ ง 1 ข้อมูลการทดลองแสดงค่าดัชนีต่างๆและประสิทธิภาพของระบบในแต่ละวันที่อัตราการป้อนสารอินทรีย์ 0.80 กิโลกรัมชีโอดี/ลูกบาศก์เมตร-วัน

Days	Flow rate (l/d)	HRT (days)	Organic Loading Rate (kg COD/m ³ d)	COD(mg/l)		pH		VFA(mg/l)		ALK(mg/l)		VFA/ALK	
				inf	eff	inf	eff	inf	eff	inf	eff	inf	eff
1	1.728	5.76	0.83	4784	2080	7.2	8.6	355	163	309	884	1.15	0.18
2	1.728	5.76	0.65	3744	2288	6.9	8.6	448	163	309	884	1.45	0.18
3	1.728	5.76	0.68	3952	1664	7.2	8.6	421	172	309	928	1.36	0.19
4	1.728	5.76	0.90	5200	1941	7.4	8.6	693	154	309	795	2.24	0.19
5	1.728	5.76	0.72	4160	1525	6.9	8.7	394	154	309	839	1.27	0.18
6	1.728	5.76	0.72	4160	1525	6.9	8.6	478	164	265	839	1.80	0.20
7	1.728	5.76	0.81	4645	1664	6.2	8.3	679	293	265	839	2.56	0.35
8	1.728	5.76	0.81	4645	1664	6.7	8.4	709	293	353	839	2.01	0.35
9	1.728	5.76	0.68	3952	1941	7.0	8.3	355	355	221	707	1.61	0.50
10	1.728	5.76	0.59	3400	2040	7.0	8.3	386	339	221	972	1.75	0.35
11	1.728	5.76	0.71	4080	2040	6.3	8.3	339	416	221	1016	1.54	0.41
12	1.728	5.76	0.85	4896	1904	5.9	8.4	339	401	133	972	2.56	0.41
13	1.728	5.76	0.73	4216	1904	5.9	8.1	370	447	133	1016	2.79	0.44
14	1.728	5.76	0.61	3536	1530	6.3	8.0	339	401	177	972	1.92	0.41
15	1.728	5.76	0.61	3536	1305	6.3	8.4	308	144	177	928	1.74	0.16
16	1.728	5.76	0.58	3332	1162	6.3	8.2	386	154	265	884	1.45	0.17
17	1.728	5.76	0.61	3536	1265	6.3	7.9	339	293	353	839	0.96	0.35
18	1.728	5.76	0.92	5304	1489	6.3	7.7	601	293	353	795	1.70	0.37
19	1.728	5.76	0.68	3944	1306	6.0	7.8	524	164	309	795	1.70	0.21
20	1.728	5.76	0.94	5440	1306	6.1	8.0	308	93	353	619	0.87	0.15
21	1.728	5.76	0.87	5032	1714	6.0	8.0	524	175	309	893	1.70	0.20
22	1.728	5.76	0.87	5032	1142	5.9	7.9	780	123	347	873	2.25	0.14

ตารางที่ 1 (ต่อ) ข้อมูลการทดลองแสดงค่าดัชนีต่างๆและประสิทธิภาพของระบบในแต่ละวันที่อัตราการป้อนสารอินทรีย์ 0.80 กิโลกรัมชีโอดี/ลูกบาศก์เมตร-วัน

Days	Flow rate (l/d)	HRT (days)	organic Loading Rate (kg COD/m d)	COD(mg/l)		pH		VFA(mg/l)		ALK(mg/l)		VFA/ALK	
				inf	eff	inf	eff	inf	eff	inf	eff	inf	eff
23	1.728	5.76	0.92	5304	1142.4	5.6	7.9	571	113	278	794	2.05	0.14
24	1.728	5.76	0.95	5508	1060.8	6.4	7.5	822	113	337	903	2.44	0.13
25	1.728	5.76	0.71	4080	1101.6	6.1	8.1	416	103	317	476	1.31	0.22
26	1.728	5.76	0.67	3876	734	6.1	8.1	339	93	308	714	1.10	0.13
27	1.728	5.76	0.71	4080	857	6.1	8.1	648	93	278	734	2.33	0.13
28	1.728	5.76	0.71	4080	775	6.0	8.1	555	93	268	615	2.07	0.15
29	1.728	5.76	0.71	4080	612	6.2	8.1	586	72	337	466	1.74	0.15
30	1.728	5.76	0.78	4488	734	6.5	8.1	524	82	397	595	1.32	0.14
31	1.728	5.76	0.78	4488	734	6.2	8.2	586	62	377	575	1.55	0.11
32	1.728	5.76	0.74	4284	775	6.3	8.2	586	72	427	605	1.37	0.12
33	1.728	5.76	0.85	4896	775	6.2	8.3	586	30	496	556	1.18	0.05
34	1.728	5.76	0.85	4896	530	6.2	8.2	524	60	377	575	1.39	0.10
35	1.728	5.76	0.85	4896	449	6.2	8.2	524	40	337	526	1.55	0.08
36	1.728	5.76	0.78	4488	449	6.3	8.2	555	40	337	565	1.65	0.07
37	1.728	5.76	0.74	4284	530	6.2	8.2	586	40	317	625	1.85	0.06
38	1.728	5.76	0.74	4284	530	6.2	8.3	524	50	337	645	1.55	0.08
39	1.728	5.76	0.85	4896	771	6.1	8.4	524	50	337	625	1.55	0.08
40	1.728	5.76	0.85	4896	530	6.0	8.0	524	50	377	625	1.39	0.08
41	1.728	5.76	0.85	4896	694	6.1	8.3	555	60	308	556	1.81	0.11
42	1.728	5.76	0.85	4896	530	6.1	8.4	586	40	317	675	1.85	0.06

การควบคุมการเปลี่ยนแปลงค่าต่าง ๆ และประสิทธิภาพของระบบในแต่ละวัน
 อัตราการปล่อยน้ำออกจากรูมี 0.80 ลิตร/ชั่วโมง/ลูกบาศก์เมตร-วัน



รูปที่ 1.1.1

รูปที่ 1.1.2

รูปที่ 1.1.3

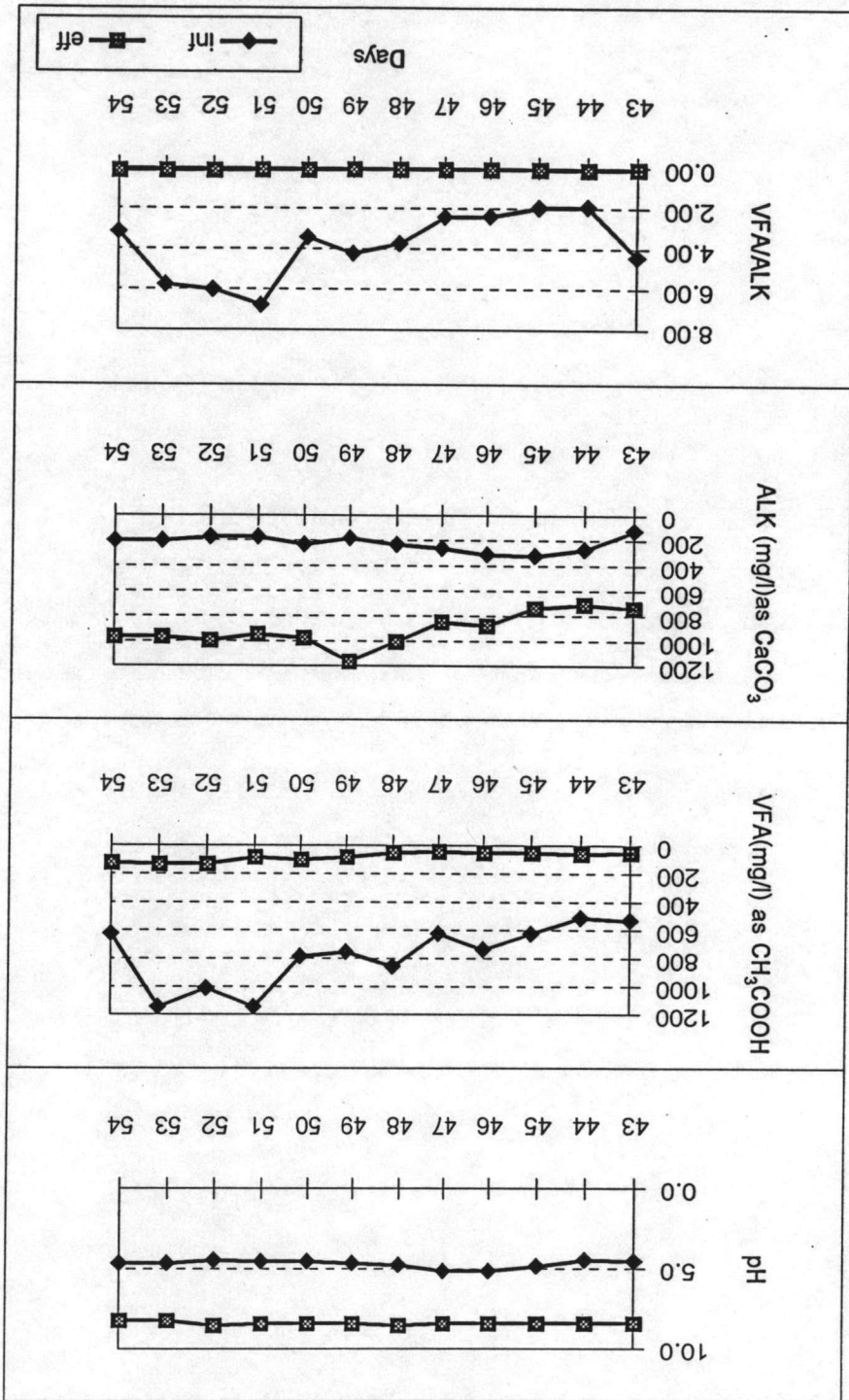
รูปที่ 1.1.4

รูปที่ 1.1-1-1.4 การเปลี่ยนแปลงค่า pH, ค่าความเข้มข้น, ค่าความดัน, ค่าความนำไฟฟ้า และอัตราการปล่อยน้ำออกจากระบบ

ตารางที่ ง.2 ข้อมูลการทดลองแสดงค่าดัชนีต่างๆและประสิทธิภาพของระบบในแต่ละวันที่อัตราการป้อนสารอินทรีย์ 1.98 กิโลกรัมชีโอดี/ลูกบาศก์เมตร-วัน

Days	Flow rate (l/d)	HRT (days)	Organic Loading Rate (kg COD/m ³ d)	COD(mg/l)		pH		VFA(mg/l)		ALK(mg/l)		VFA/ALK	
				inf	eff	inf	eff	inf	eff	inf	eff	inf	eff
43	1.728	5.76	1.94	11220	571	4.5	8.4	524	50	119	734	4.40	0.07
44	1.728	5.76	1.91	11016	612	4.4	8.4	510	60	268	704	1.90	0.09
45	1.728	5.76	1.70	9792	530	4.8	8.4	620	50	317	734	1.95	0.07
46	1.728	5.76	2.05	11832	653	5.1	8.4	730	50	307	873	2.38	0.06
47	1.728	5.76	2.05	11832	530	5.1	8.4	620	40	258	843	2.40	0.05
48	1.728	5.76	2.12	12240	530	4.7	8.5	850	50	228	1002	3.73	0.05
49	1.728	5.76	2.05	11832	653	4.6	8.4	750	80	179	1161	4.20	0.07
50	1.728	5.76	2.05	11832	653	4.5	8.4	780	100	228	972	3.42	0.10
51	1.728	5.76	1.70	9792	530	4.5	8.4	1140	80	169	942	6.76	0.08
52	1.728	5.76	1.70	9792	653	4.4	8.5	1010	130	169	992	5.99	0.13
53	1.728	5.76	2.26	13056	694	4.6	8.2	1140	130	198	962	5.75	0.14
54	1.728	5.76	1.91	11016	694	4.6	8.2	620	120	198	962	3.13	0.12

การเปลี่ยนแปลงค่าต่าง ๆ และประสิทธิภาพของระบบในแต่ละวัน
อัตราการให้อาหารสัตว์ 1.98 กิโลกรัม/หัว/วัน



รูปที่ ๑.๒.๑

รูปที่ ๑.๒.๒

รูปที่ ๑.๒.๓

รูปที่ ๑.๒.๔

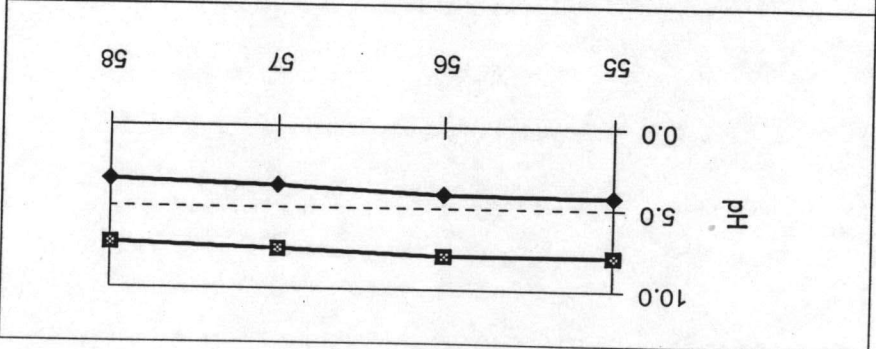
รูปที่ ๑.๒.๑-๑.๒.๔ การเปลี่ยนแปลงค่าพีเอช, การเปลี่ยนแปลงค่าพีเอช, ค่าสภาพความเป็นกรด และอัตรา
การให้อาหารสัตว์ของระบบในแต่ละวัน

ตารางที่ 3 ข้อมูลการทดลองแสดงค่าดัชนีต่างๆและประสิทธิภาพของระบบในแต่ละวันที่อัตราการป้อนสารอินทรีย์ 3.75 กิโลกรัมซีไอดี/ลูกบาศก์เมตร-วัน

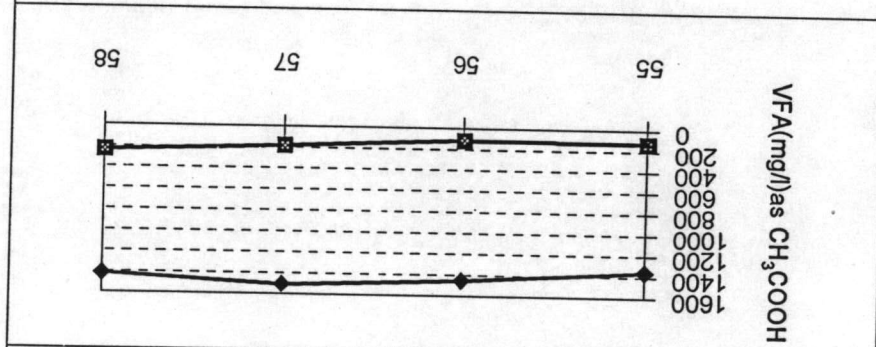
Days	Flow rate (l/d)	HRT (days)	Organic Loading Rate (kg COD/m ³ d)	COD(mg/l)		pH		VFA(mg/l)		ALK(mg/l)		VFA/ALK	
				inf	eff	inf	eff	inf	eff	inf	eff	inf	eff
55	1.728	5.76	4.24	24480	816	4.2	7.9	1350	120	99	1032	13.61	0.12
56	1.728	5.76	4.81	27744	857	4.1	7.9	1450	110	50	1012	29.23	0.11
57	1.728	5.76	3.39	19584	816	3.6	7.5	1500	180	0	337	-	0.53
58	1.728	5.76	3.25	18768	1387	3.3	7.2	1410	230	0	1389	-	0.17

การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด-ด่างและปริมาณของกรดไขมันในน้ำเลี้ยง
 อัตราการป้อนสารอินทรีย์ 3.25 กิโลกรัม/หัว/วัน

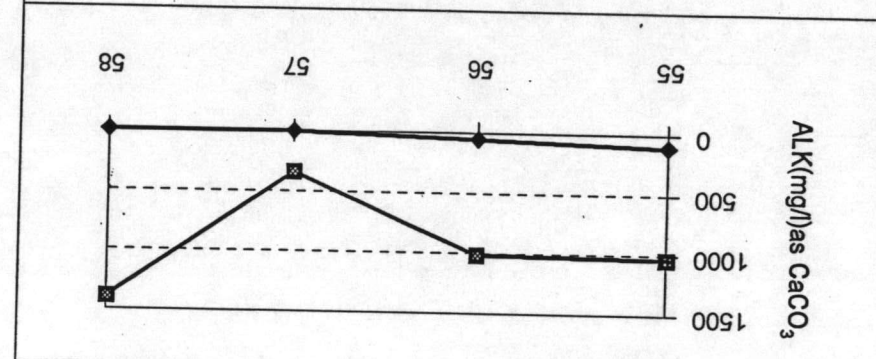
รูปที่ 3.1



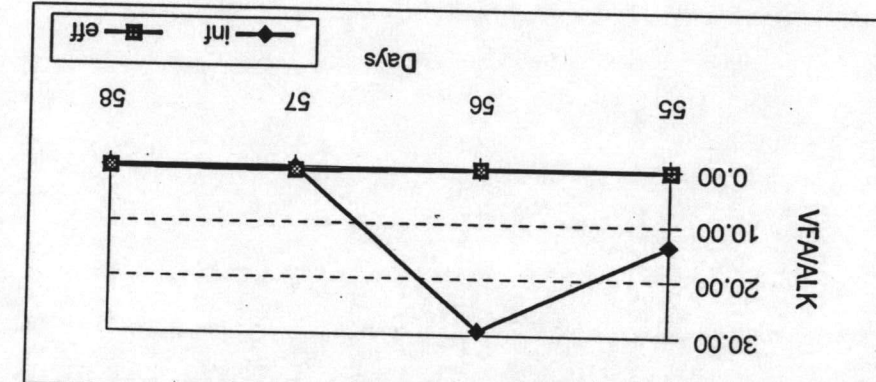
รูปที่ 3.2



รูปที่ 3.3



รูปที่ 3.4



รูปที่ 3.1-3.4 การเปลี่ยนแปลงค่าพีเอช, กรดไขมันรวม, ค่าสภาพความเป็นกรด-ด่าง และอัตรา
 ความเร็วในการป้อนสารอินทรีย์ต่อค่าสภาพความเป็นกรด-ด่างของน้ำเลี้ยงที่เข้าและออกจากระบบ

ตารางที่ ง.4 ข้อมูลการทดลองแสดงค่าดัชนีต่างๆและประสิทธิภาพของระบบในแต่ละวันที่อัตราการป้อนสารอินทรีย์ 0.85 กิโลกรัมซีไอดี/ลูกบาศก์เมตร-วัน

Days	Flow rate (l/d)	HRT (days)	Organic Loading Rate (kg COD/m ³ d)	COD(mg/l)		pH		VFA(mg/l)		ALK(mg/l)		VFA/ALK	
				inf	eff	inf	eff	inf	eff	inf	eff	inf	eff
59	1.728	5.76	1.20	6936	1387	8.4	7.9	480	150	546	1359	0.88	0.11
60	1.728	5.76	1.20	6936	1020	8.4	8.5	423	120	546	1782	0.78	0.07
61	1.728	5.76	1.13	6528	816	8.6	8.7	390	120	877	1607	0.44	0.07
62	1.728	5.76	1.13	6528	1142	8.6	8.6	615	110	974	1753	0.63	0.06
63	1.728	5.76	1.70	9792	1142	7.9	8.6	825	140	711	1792	1.16	0.08
64	1.728	5.76	1.56	8976	1224	7.4	8.5	840	140	730	1879	1.15	0.07
65	1.728	5.76	1.06	6120	1551	7.0	8.2	480	170	526	1889	0.91	0.09
66	1.728	5.76	1.13	6528	1061	6.4	8.4	660	170	428	1694	1.54	0.10
67	1.728	5.76	0.85	4896	653	7.0	8.5	405	130	438	1510	0.92	0.09
68	1.728	5.76	0.85	4896	489	7.5	8.4	450	90	418	1500	1.08	0.06
69	1.728	5.76	1.27	7344	816	7.4	8.4	390	93	409	1227	0.95	0.08
70	1.728	5.76	0.92	5304	449	7.2	8.3	500	73	497	1101	1.01	0.07
71	1.728	5.76	0.92	5304	367	6.9	8.1	609	52	419	1052	1.45	0.05
72	1.728	5.76	1.13	6528	530	6.5	8.2	546	52	360	974	1.52	0.05
73	1.728	5.76	0.92	5304	449	6.5	8.0	500	52	380	935	1.32	0.06
74	1.728	5.76	0.78	4488	408	6.7	8.0	609	52	468	935	1.30	0.06

ตารางที่ ง.4 (ต่อ)

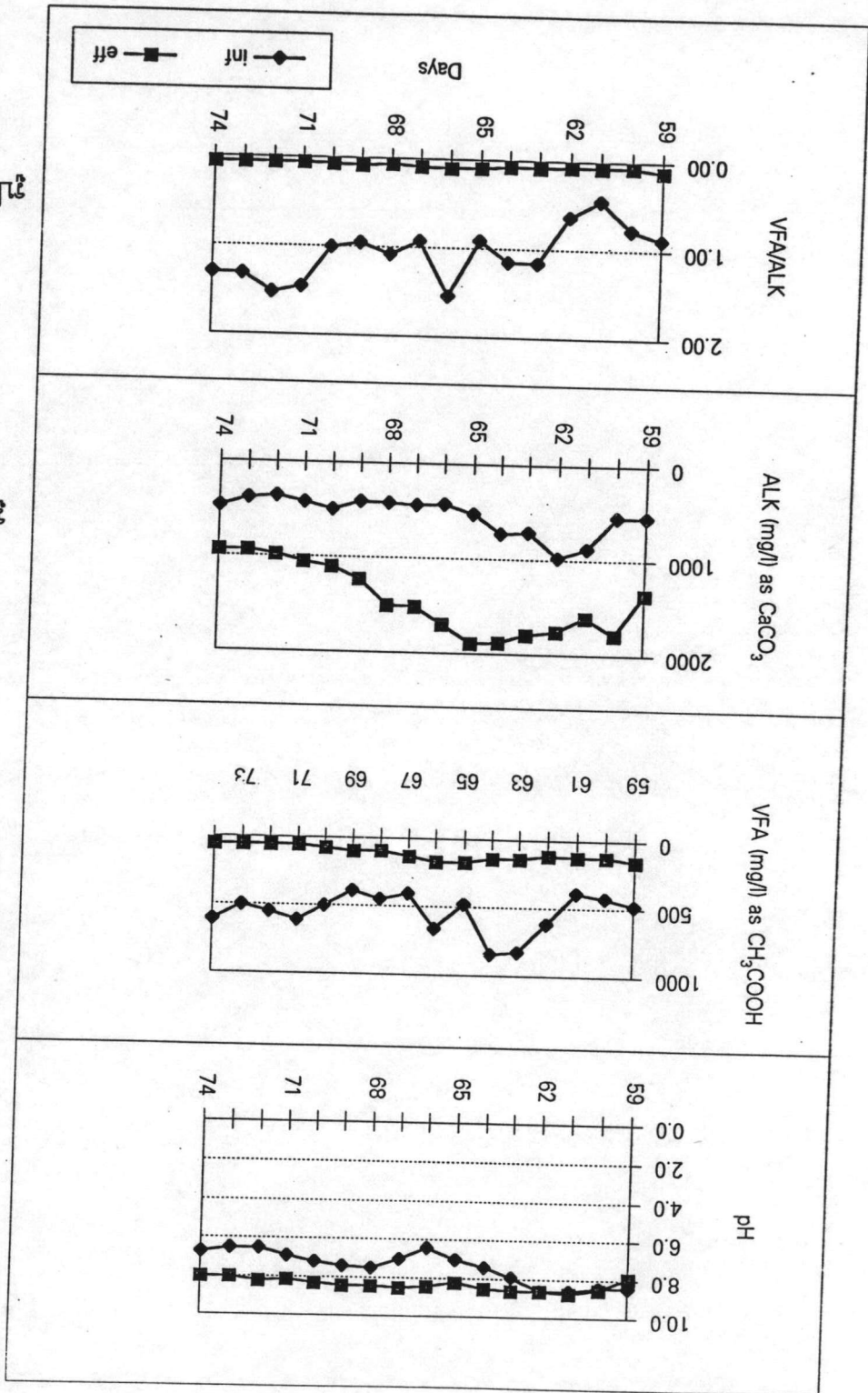
Days	COD Reduction (%)	Gas Production (l/d)	Gas Composition (%)			Biogas Yield			Methane Yield		
			CH4	CO2	Others	Unit1	Unit2	Unit3	Unit1	Unit2	Unit3
59	80.00	1.54	86.79	8.67	4.54	0.128	0.161	0.154	0.112	0.139	0.134
60	85.29	1.23	89.70	5.63	4.67	0.103	0.121	0.124	0.092	0.108	0.111
61	87.50	0.74	89.65	4.39	5.96	0.066	0.075	0.074	0.059	0.067	0.067
62	82.51	0.84	89.37	6.35	4.28	0.074	0.090	0.084	0.067	0.081	0.075
63	88.34	1.13	89.47	6.67	3.87	0.067	0.076	0.114	0.060	0.068	0.102
64	86.36	2.35	79.74	16.78	3.47	0.152	0.176	0.236	0.121	0.140	0.188
65	74.66	2.02	82.63	12.86	4.51	0.191	0.255	0.202	0.158	0.211	0.167
66	83.75	2.41	83.49	13.56	2.95	0.213	0.255	0.242	0.178	0.213	0.202
67	86.66	2.45	84.77	12.23	3.00	0.290	0.334	0.246	0.245	0.283	0.208
68	90.01	2.06	85.39	11.48	3.13	0.243	0.270	0.206	0.208	0.231	0.176
69	88.89	2.14	81.96	15.48	2.56	0.169	0.190	0.215	0.138	0.156	0.176
70	91.53	2.10	87.35	11.62	1.03	0.229	0.250	0.211	0.200	0.219	0.184
71	93.08	2.09	88.60	7.31	4.09	0.228	0.245	0.209	0.202	0.217	0.185
72	91.88	3.02	82.22	14.34	3.44	0.268	0.292	0.303	0.220	0.240	0.249
73	91.54	3.01	86.12	10.07	3.81	0.328	0.359	0.302	0.283	0.309	0.260
74	90.91	3.08	86.37	10.64	3.00	0.397	0.437	0.309	0.343	0.377	0.267

Unit 1 = m³/kgCODfed

Unit 2 = m³/kgCODremoved

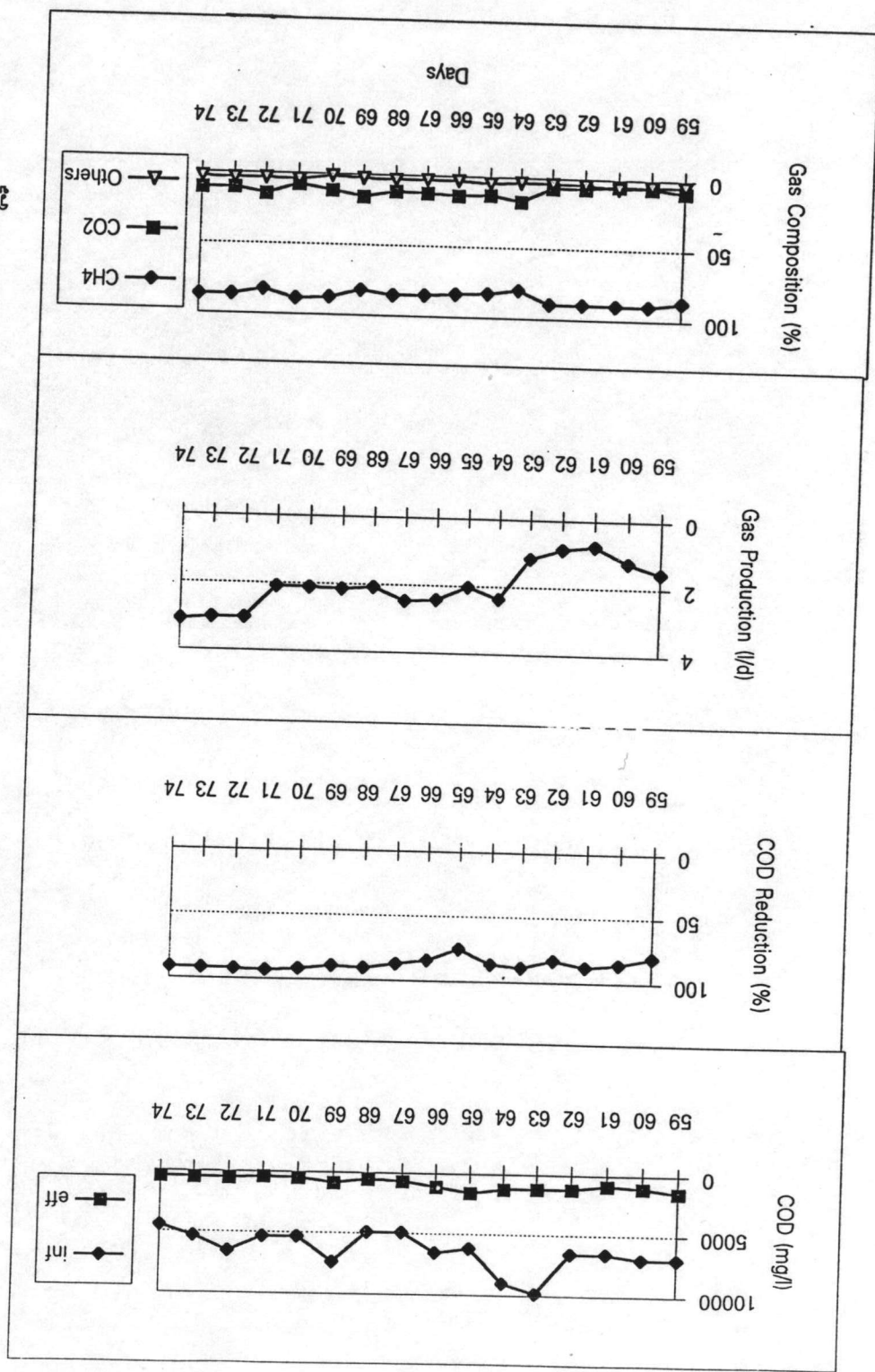
Unit 3 = m³/m³ reactor.d

การควบคุมการเปลี่ยนแปลงค่าต่าง ๆ และประสิทธิภาพของระบบในแต่ละวัน
 อัตราการใช้ออกซิเจนเฉลี่ย 0.85 กิโลกรัม/ชั่วโมง/ลูกบาศก์เมตร-วัน



รูปที่ 1.4.1-1.4.4 การเปลี่ยนแปลงค่าพีเอช, การเปลี่ยนแปลงค่า VFA, การเปลี่ยนแปลงค่า ALK และค่า VFAALK ระหว่างปริมาณการบริโภคของแข็งและของเหลวที่แตกต่างกันของน้ำเสียที่เข้าสู่และออกจากระบบ

รูปที่ 1.4.5-1.4.8 การเปลี่ยนแปลงค่าซีโอดี, ปริมาณก๊าซ, ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์, อัตราการปล่อยก๊าซ และองค์ประกอบของก๊าซของกระบวนการหมักแบบไม่ใช้ออกซิเจน



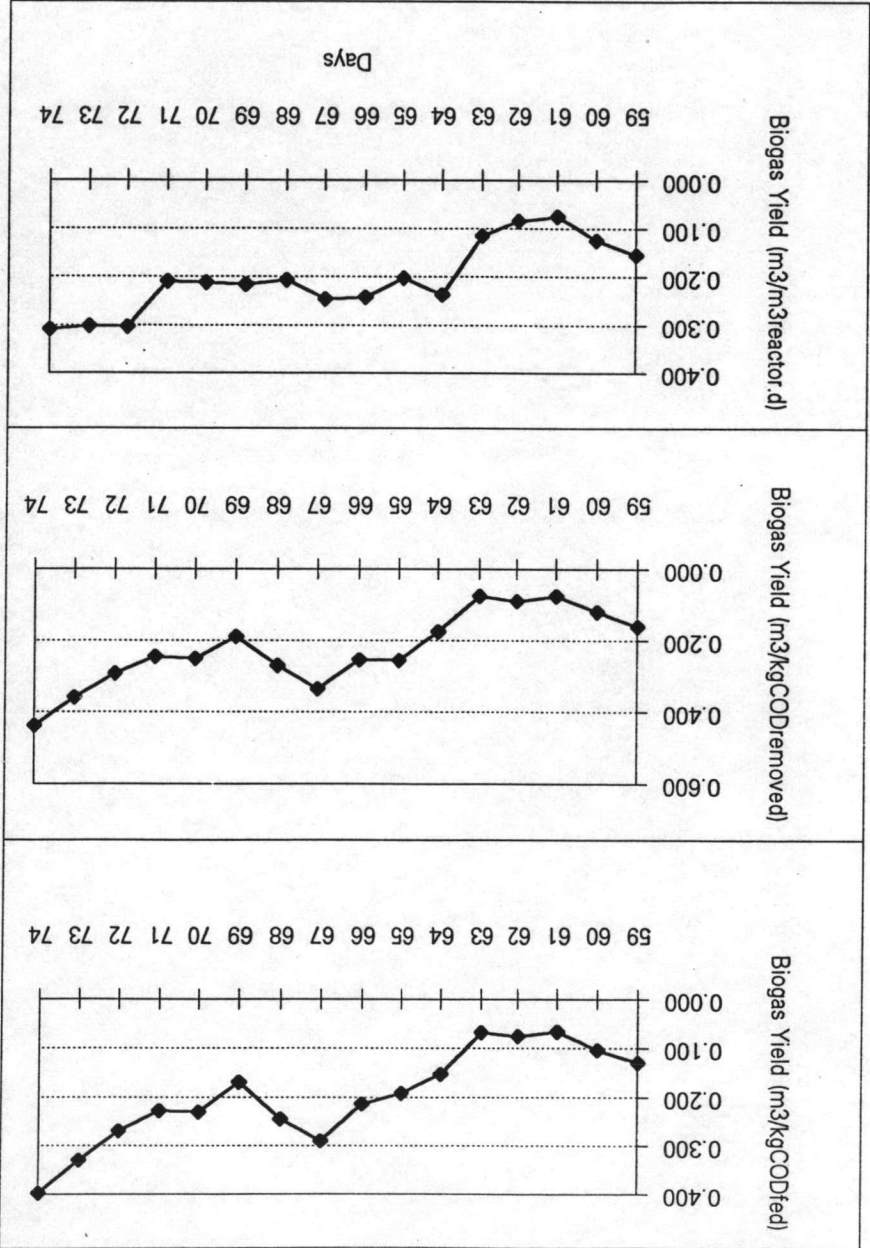
รูปที่ 1.4.5

รูปที่ 1.4.6

รูปที่ 1.4.7

รูปที่ 1.4.8

1.4.9 การเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพในการผลิตก๊าซชีวภาพโดยพิจารณาจากระยะเวลาการผลิต
 1.4.10 การเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพในการผลิตก๊าซชีวภาพโดยพิจารณาจากระยะเวลาการผลิต
 1.4.11 การเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพในการผลิตก๊าซชีวภาพโดยพิจารณาจากระยะเวลาการผลิต



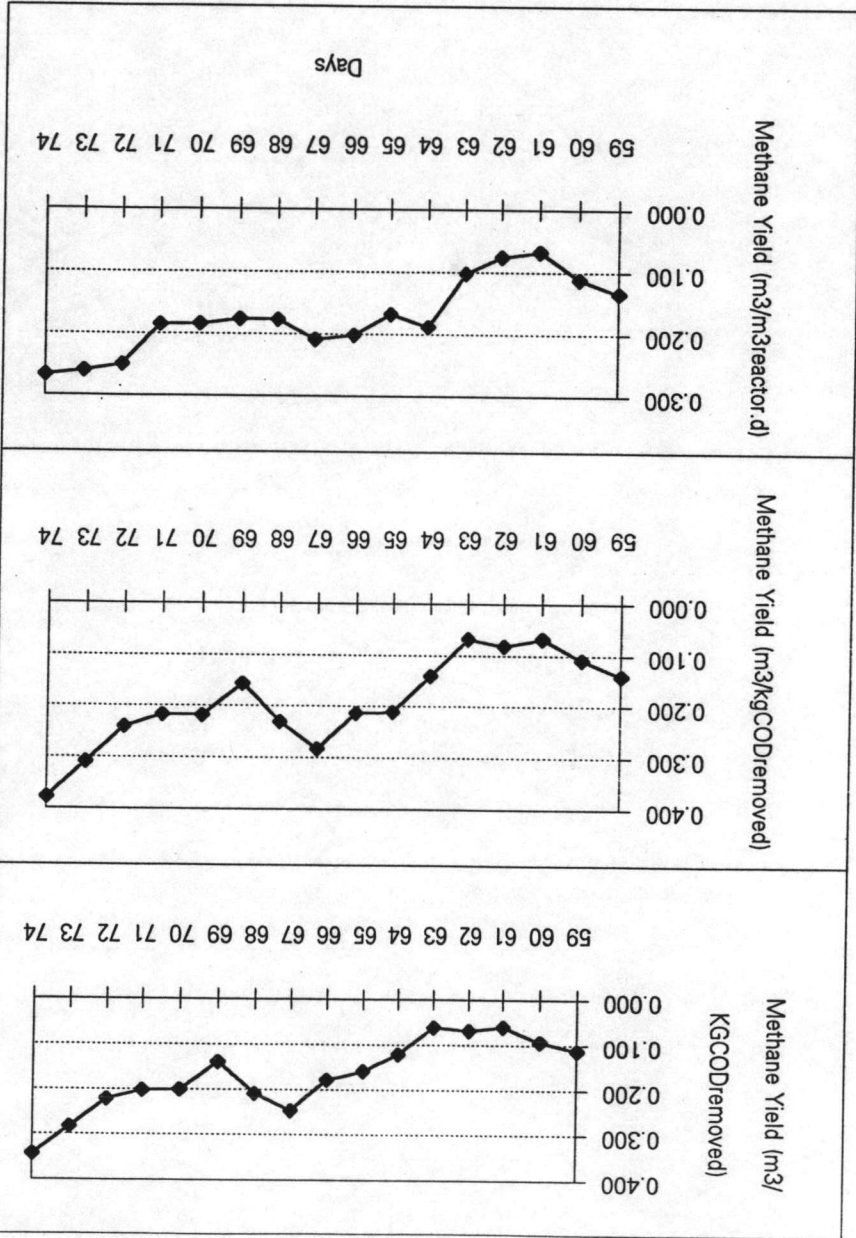
รูปที่ 1.4.11

รูปที่ 1.4.10

รูปที่ 1.4.9

- รูปที่ 4.12 การเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพในการผลิตก๊าซมีเทนโดยพิจารณาจากระยะเวลาทดลอง
 ผลิตก๊าซมีเทนในระบบ
 รูปที่ 4.13 การเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพในการผลิตก๊าซมีเทนโดยพิจารณาจากระยะเวลาทดลอง
 ผลิตก๊าซมีเทนในระบบ
 รูปที่ 4.14 การเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพในการผลิตก๊าซมีเทนโดยพิจารณาจากระยะเวลาทดลอง
 ผลิตก๊าซมีเทนในระบบ

รูปที่ 4.7.14



รูปที่ 4.4.13

รูปที่ 4.4.12

ตารางที่ 5 ข้อมูลการทดลองแสดงค่าดัชนีต่างๆและประสิทธิภาพของระบบในแต่ละวันที่อัตราการป้อนสารอินทรีย์ 2.23 กิโลกรัมซีโอดี/ลูกบาศก์เมตร-วัน

Days	Flow rate (l/d)	HRT (days)	Organic Loading Rate (kg COD/m ³ d)	COD(mg/l)		pH		VFA(mg/l)		ALK(mg/l)		VFA/ALK	
				inf	eff	inf	eff	inf	eff	inf	eff	inf	eff
75	1.728	5.76	2.05	11832	286	6.1	8.3	1026	62	536	838	1.92	0.07
76	1.728	5.76	1.41	8160	775	6.6	7.9	843	115	565	993	1.49	0.12
77	1.728	5.76	1.27	7344	530	5.9	8.2	671	62	341	594	1.97	0.11
78	1.728	5.76	1.71	9856	571	5.9	8.0	687	62	360	847	1.91	0.07
79	1.728	5.76	1.34	7752	612	5.9	8.2	937	62	536	954	1.75	0.06
80	1.728	5.76	1.56	8976	571	5.3	8.5	1109	73	497	877	2.23	0.08
81	1.728	5.76	1.63	9384	653	5.8	8.3	1062	73	516	1042	2.06	0.07
82	1.728	5.76	1.91	11016	653	5.4	8.1	1405	83	545	1110	2.58	0.07
83	1.728	5.76	2.05	11832	734	5.4	8.1	1405	83	516	1042	2.72	0.08
84	1.728	5.76	2.05	11832	898	5.2	8.2	1483	104	526	1227	2.82	0.08
85	1.728	5.76	2.19	12648	734	5.7	8.2	1436	177	604	1052	2.38	0.17
86	1.728	5.76	1.77	10200	816	5.7	8.2	1483	94	575	1101	2.58	0.09
87	1.728	5.76	2.33	13464	857	6.0	8.1	1400	94	799	1256	1.75	0.07
88	1.728	5.76	2.40	13872	979	6.0	8.1	1327	94	730	1344	1.82	0.07

ตารางที่ 3.5 (ต่อ)

Days	COD Reduction (%)	Gas Production (l/d)	Gas Composition (%)			Biogas Yield			Methane Yield		
			CH4	CO2	Others	Unit1	Unit2	Unit3	Unit1	Unit2	Unit3
75	97.59	3.36	80.68	16.17	3.16	0.164	0.168	0.337	0.133	0.136	0.272
76	90.50	2.13	88.45	6.97	4.57	0.151	0.167	0.213	0.133	0.148	0.189
77	92.78	2.23	83.37	13.18	3.44	0.175	0.189	0.223	0.146	0.158	0.186
78	91.25	2.55	83.27	12.50	4.23	0.226	0.248	0.256	0.188	0.206	0.213
79	92.11	3.16	83.14	12.04	4.82	0.236	0.256	0.317	0.196	0.213	0.264
80	93.64	4.03	80.85	15.34	3.81	0.260	0.278	0.404	0.210	0.224	0.327
81	93.04	4.56	81.97	14.68	3.34	0.281	0.303	0.458	0.231	0.248	0.375
82	94.07	7.06	80.22	15.65	4.13	0.371	0.394	0.708	0.297	0.316	0.568
83	93.80	7.06	79.84	15.92	4.24	0.345	0.368	0.708	0.276	0.294	0.565
84	90.43	6.72	80.58	16.30	3.11	0.329	0.356	0.674	0.265	0.287	0.543
85	94.20	7.39	80.04	17.12	2.84	0.338	0.359	0.741	0.271	0.287	0.593
86	92.00	7.25	76.87	17.27	5.86	0.411	0.447	0.727	0.316	0.344	0.559
87	93.63	8.40	76.84	18.80	4.35	0.361	0.386	0.843	0.277	0.296	0.647
88	92.94	9.74	79.07	17.96	2.97	0.406	0.437	0.977	0.321	0.346	0.773

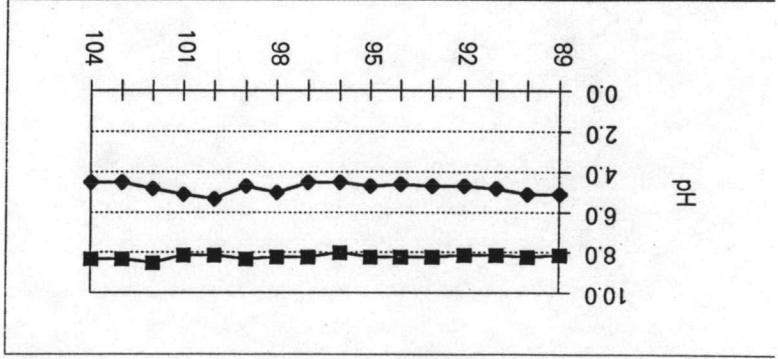
Unit 1 = m³/kgCODfed

Unit 2 = m³/kgCODremoved

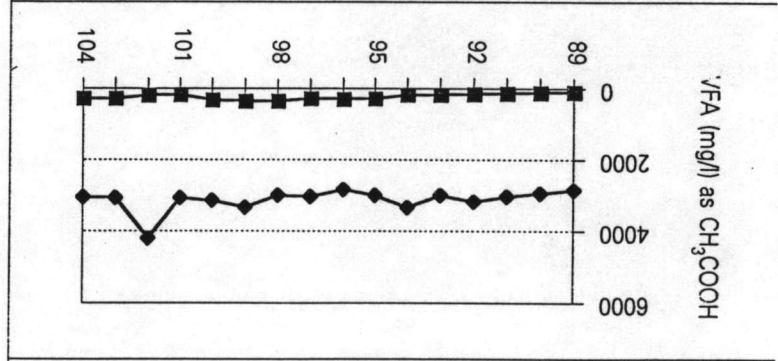
Unit 3 = m³/m³ reactor.d

การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด-ด่างและค่าความนำไฟฟ้าของระบบบำบัดน้ำเสีย
 อัตราการปล่อยน้ำทิ้ง 2.23 ลิตร/ชั่วโมง/คน

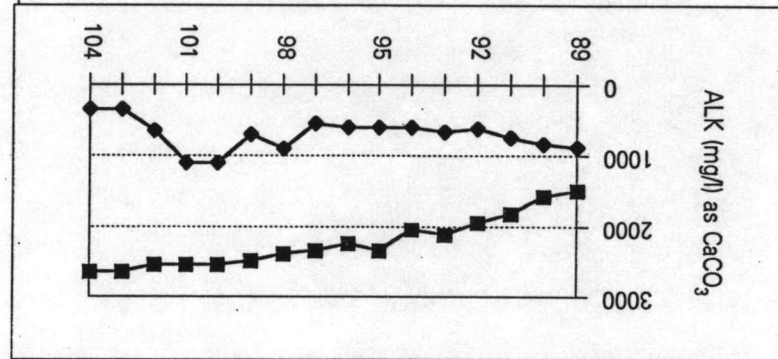
รูปที่ 1.5.1



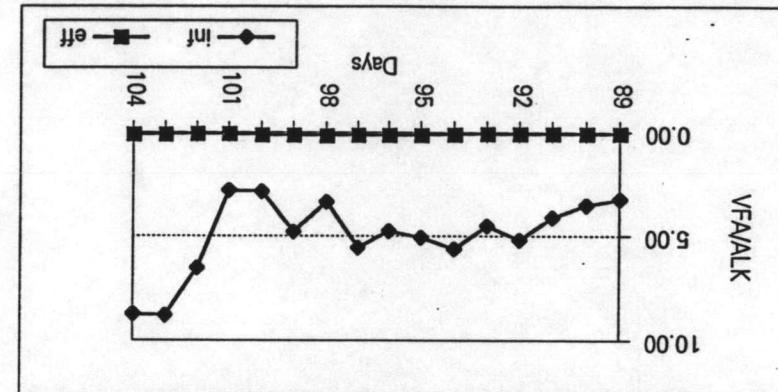
รูปที่ 1.5.2



รูปที่ 1.5.3

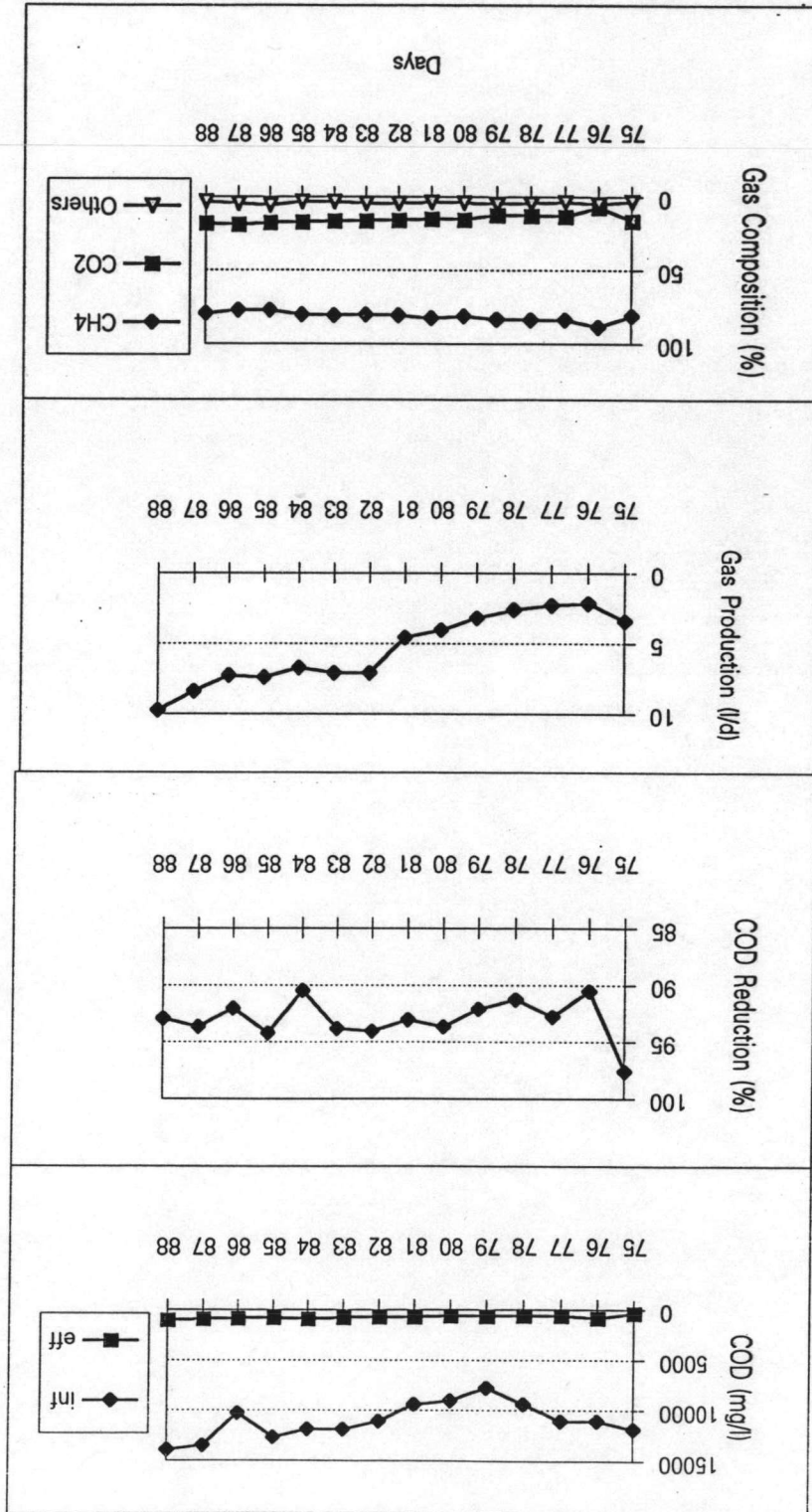


รูปที่ 1.5.4



รูปที่ 1.5.1-1.5.4 การเปลี่ยนแปลงค่าพีเอช, ค่าความนำไฟฟ้าและค่าความ
 ความต่างประจุไอออนในน้ำทิ้งของระบบบำบัดน้ำเสียและค่าออกซิเจน

รูปที่ 1.5.5-1.5.8 การเปลี่ยนแปลงค่าชี้วัด, ประสิทธิภาพในการกำจัดชีวมวล, อัตราการผลิตก๊าซชีวภาพ และองค์ประกอบของก๊าซชีวภาพ ของระบบ ตามลำดับ



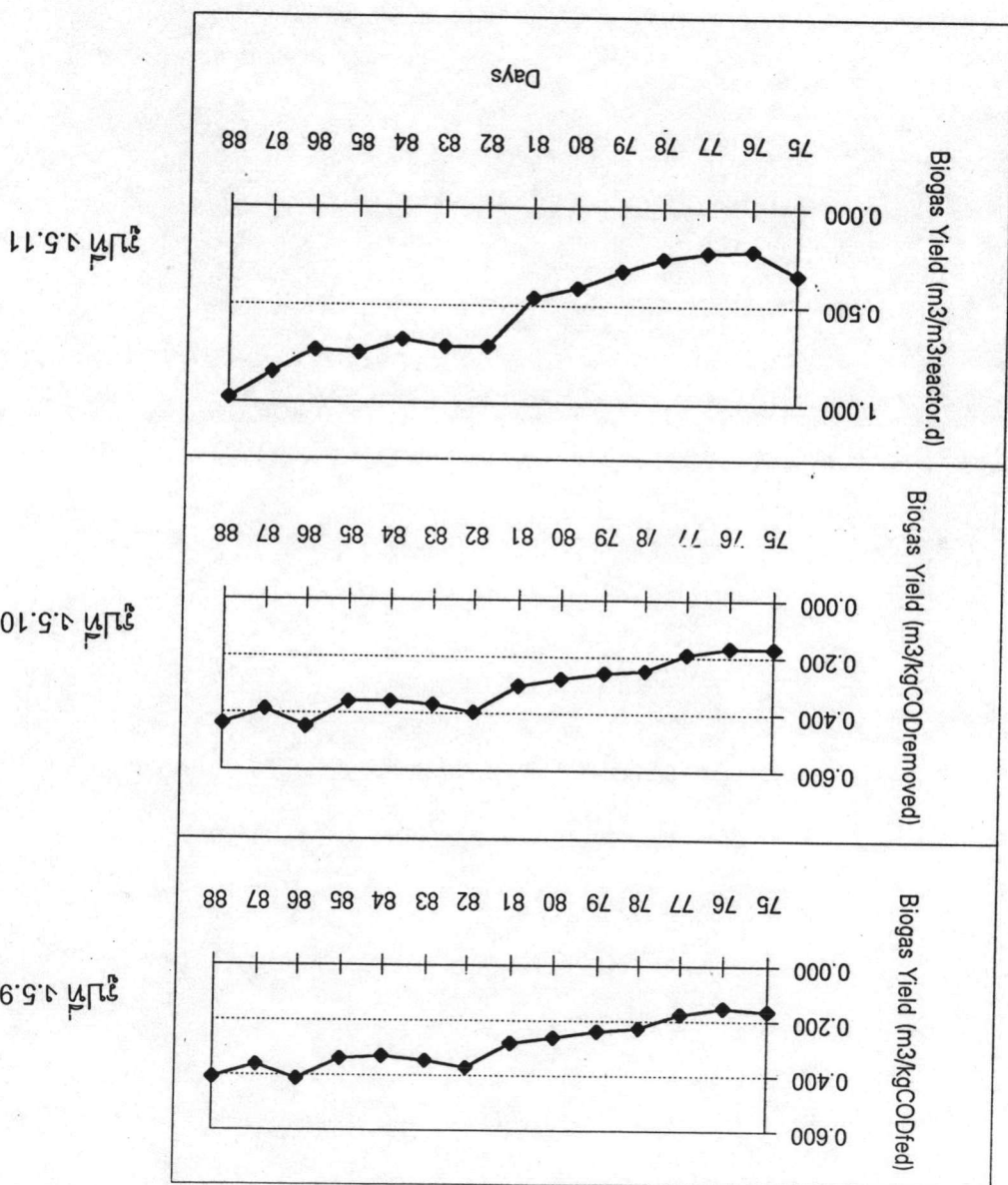
รูปที่ ๑.๕.๑๑ การเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพในการผลิตก๊าซชีวภาพโดยพิจารณาจากระยะเวลา

ผลึกษาชีวภาพปริมาณน้ำ

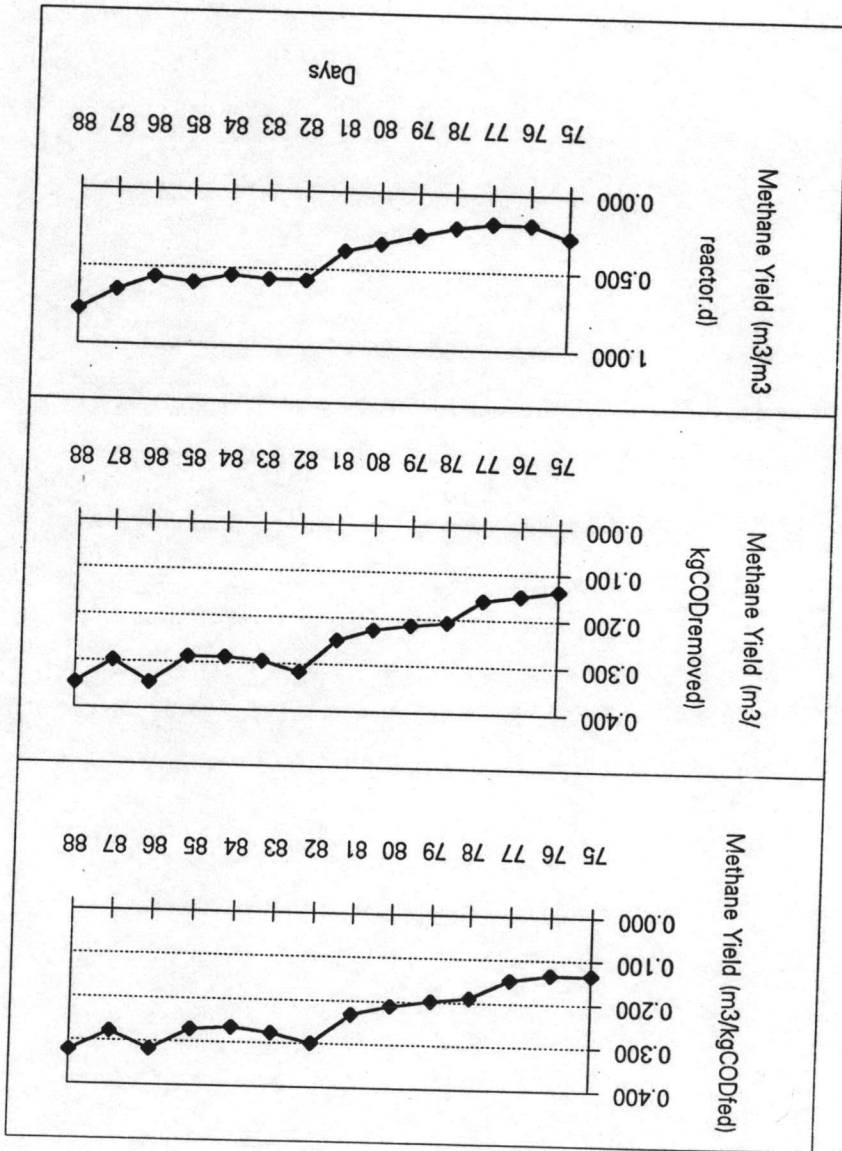
รูปที่ ๑.๕.๑๐ การเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพในการผลิตก๊าซชีวภาพโดยพิจารณาจากระยะเวลา

ผลึกษาชีวภาพปริมาณน้ำ

รูปที่ ๑.๕.๐๙ การเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพในการผลิตก๊าซชีวภาพโดยพิจารณาจากระยะเวลา



- รูปที่ 4.5.12 การเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพในการผลิตก๊าซมีเทนโดยพิจารณาจากระยะเวลา
ผลิตก๊าซมีเทนในระบบ
รูปที่ 4.5.13 การเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพในการผลิตก๊าซมีเทนโดยพิจารณาจากระยะเวลา
ผลิตก๊าซมีเทนในระบบ
รูปที่ 4.5.14 การเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพในการผลิตก๊าซมีเทนโดยพิจารณาจากระยะเวลา
ผลิตก๊าซมีเทนในระบบ



ตารางที่ ง.6 ข้อมูลการทดลองแสดงค่าดัชนีต่างๆและประสิทธิภาพของระบบในแต่ละวันที่อัตราการป้อนสารอินทรีย์ 3.37 กิโลกรัมชีโอดี/ลูกบาศก์เมตร-วัน

Days	Flow rate (l/d)	HRT (days)	Organic Loading Rate (kg COD/m ³ d)	COD(mg/l)		pH		VFA(mg/l)		ALK(mg/l)		VFA/ALK	
				inf	eff	inf	eff	inf	eff	inf	eff	inf	eff
89	1.728	5.76	4.24	24480	938	5.1	8.1	2842	93.69	877	1490	3.24	0.06
90	1.728	5.76	4.24	24480	979	5.1	8.2	2936	104	838	1568	3.50	0.07
91	1.728	5.76	4.01	23120	1061	4.8	8.1	3029	135	740	1812	4.09	0.07
92	1.728	5.76	4.24	24480	1428	4.7	8.1	3170	146	614	1938	5.16	0.08
93	1.728	5.76	4.95	28560	1591	4.7	8.2	2982	156	662	2113	4.50	0.07
94	1.728	5.76	5.19	29920	1469	4.6	8.2	3342	166	596	2036	5.61	0.08
95	1.728	5.76	4.01	23120	1591	4.7	8.2	3000	278	596	2335	5.03	0.12
96	1.728	5.76	3.30	19040	2122	4.5	8.0	2830	294	596	2236	4.75	0.13
97	1.728	5.76	3.30	19040	1795	4.5	8.2	3031	278	546	2335	5.55	0.12
98	1.728	5.76	3.77	21760	2122	5.0	8.2	2988	340	894	2385	3.34	0.14
99	1.728	5.76	4.01	23120	2040	4.7	8.3	3325	340	696	2485	4.78	0.14
100	1.728	5.76	4.01	23120	1795	5.3	8.1	3139	309	1093	2534	2.87	0.12
101	1.728	5.76	4.71	27200	1877	5.1	8.1	3062	165	1093	2534	2.80	0.07
102	1.728	5.76	4.71	27200	1877	4.8	8.5	4206	175	646	2534	6.51	0.07
103	1.728	5.76	3.54	20400	1877	4.5	8.3	3062	278	348	2633	8.80	0.11
104	1.728	5.76	3.54	20400	1877	4.5	8.3	3046	278	348	2633	8.75	0.11

ตารางที่ ง.6 (ต่อ)

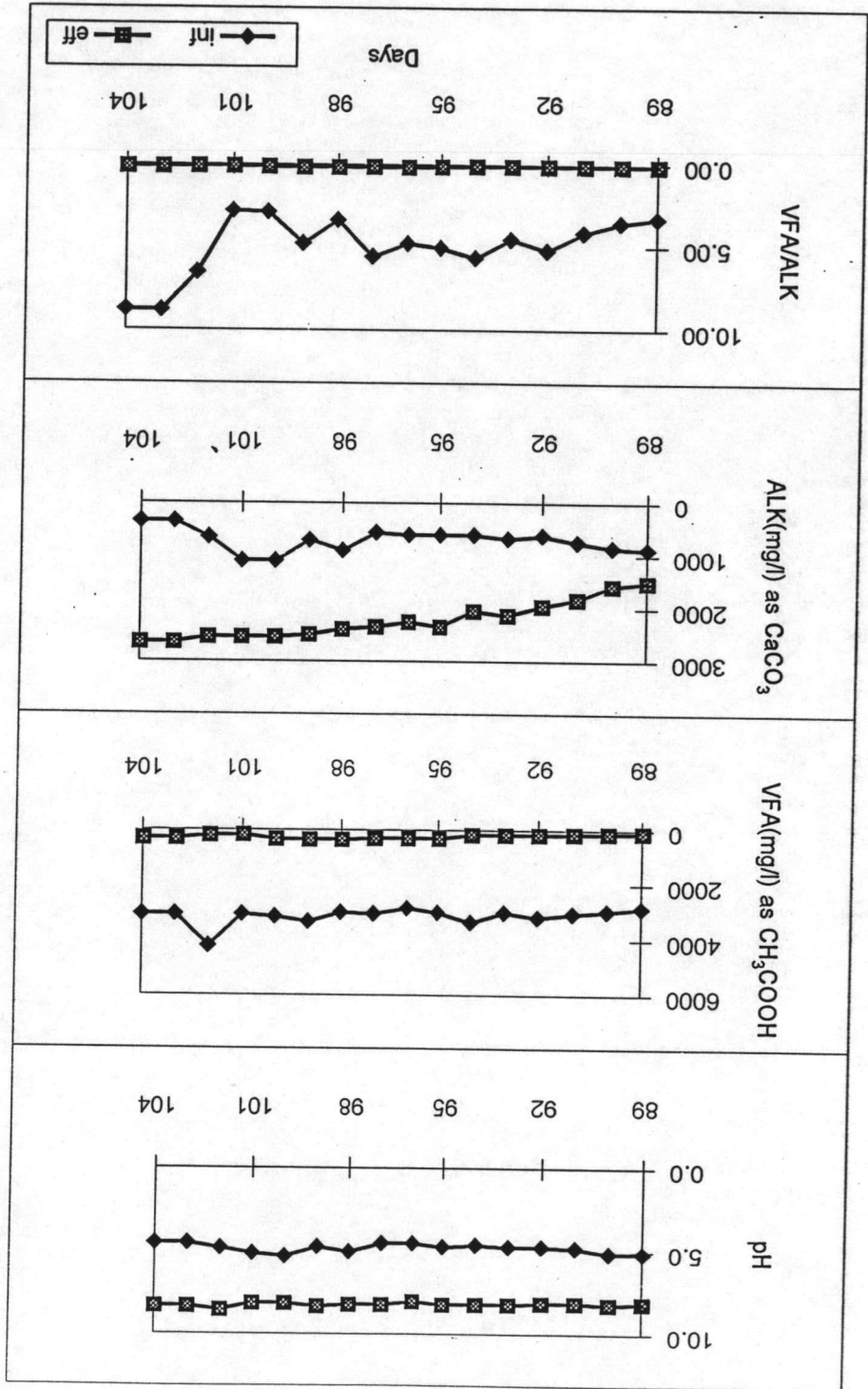
Days	COD Reduction (%)	Gas Production (l/d)	Gas Composition (%)			Biogas Yield			Methane Yield		
			CH4	CO2	Others	Unit1	Unit2	Unit3	Unit1	Unit2	Unit3
89	96.17	12.40	75.07	21.33	3.60	0.293	0.305	1.244	0.220	0.229	0.934
90	96.00	14.32	76.27	20.46	3.27	0.339	0.353	1.437	0.258	0.269	1.096
91	95.41	14.34	76.90	20.21	2.89	0.359	0.376	1.438	0.276	0.289	1.106
92	94.17	14.99	76.91	19.81	3.28	0.354	0.376	1.504	0.273	0.289	1.157
93	94.43	16.20	76.75	20.04	3.22	0.328	0.348	1.625	0.252	0.267	1.247
94	95.09	15.01	76.87	19.92	3.21	0.290	0.305	1.505	0.223	0.235	1.157
95	93.12	14.49	77.94	19.60	2.45	0.363	0.389	1.453	0.283	0.304	1.133
96	88.86	14.60	78.43	18.90	2.68	0.444	0.499	1.465	0.348	0.392	1.149
97	90.57	14.00	78.58	18.73	2.70	0.426	0.470	1.404	0.334	0.369	1.103
98	90.25	14.11	76.41	20.73	2.86	0.375	0.416	1.415	0.287	0.318	1.082
99	91.18	13.55	76.20	20.51	3.29	0.339	0.372	1.359	0.258	0.283	1.036
100	92.24	14.20	76.72	20.27	3.02	0.355	0.385	1.424	0.273	0.296	1.092
101	93.10	14.34	76.04	20.84	3.12	0.305	0.328	1.438	0.232	0.249	1.093
102	93.10	15.68	76.44	20.13	3.44	0.334	0.358	1.573	0.255	0.274	1.202
103	90.80	17.08	76.74	20.50	2.76	0.485	0.534	1.713	0.372	0.410	1.315
104	90.80	17.81	75.74	21.20	3.06	0.505	0.556	1.786	0.383	0.421	1.353

Unit 1 = m³/kgCODfed

Unit 2 = m³/kgCODremoved

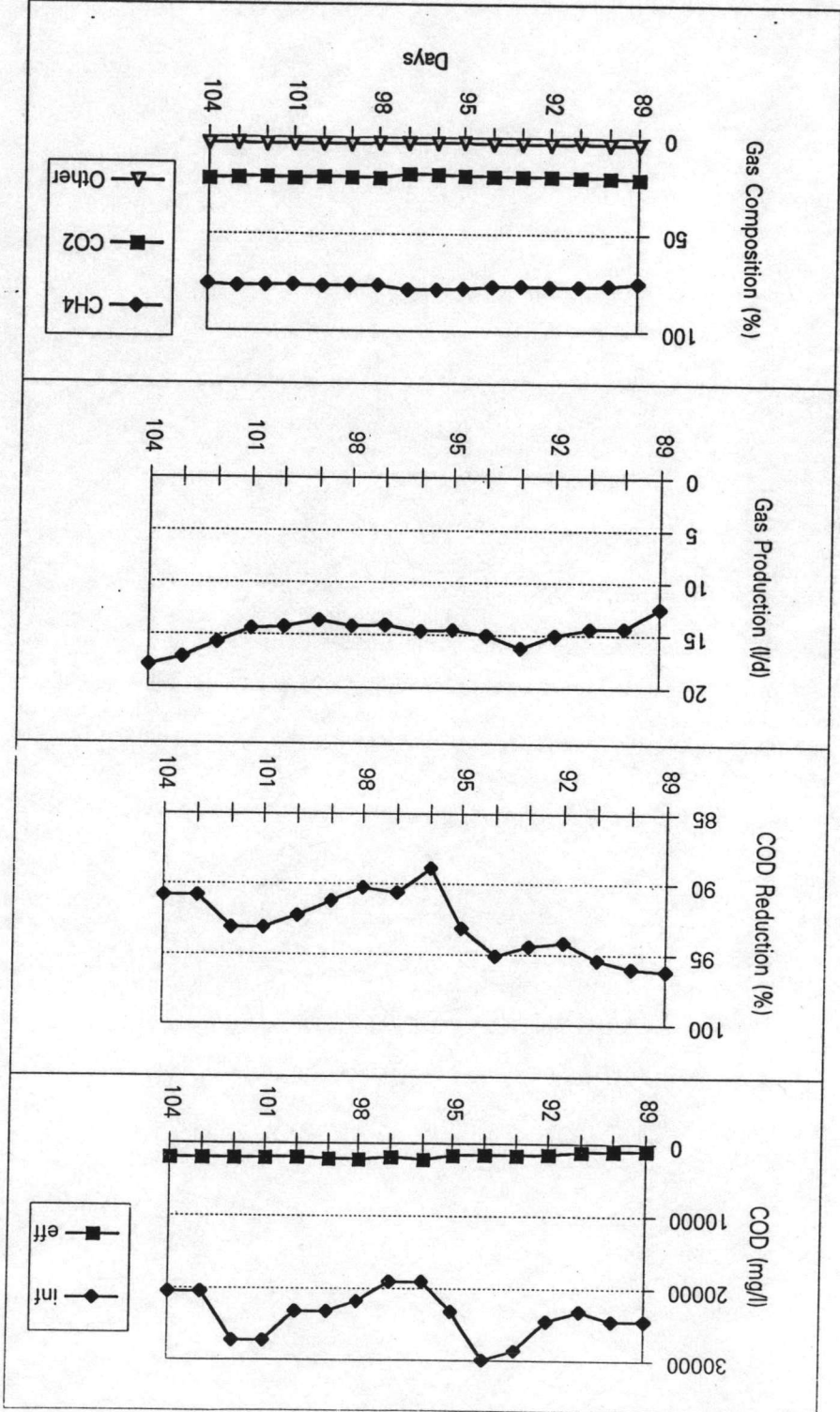
Unit 3 = m³/m³ reactor.d

รูปที่ ๖.๑-๖.๔ การเปลี่ยนแปลงค่าพีเอช, การเปลี่ยนแปลงค่าฟอสเฟต, ค่าสภาพความเป็นกรด และอัตราส่วนระหว่างปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ในน้ำและค่าฟอสเฟตของน้ำเสียที่เข้าและออกจากระบบ



อัตราการไหลของน้ำเข้าและออกจากระบบการบำบัดน้ำเสีย และค่าต่าง ๆ ของน้ำเสียที่เข้าและออกจากระบบ

รูปที่ 1.6.5-1.6.8 การเปลี่ยนแปลงค่าชี้วัด, ประสิทธิภาพในการกำจัดชีวมวล, อัตราการผลิตก๊าซ
ชีวภาพ และองค์ประกอบของก๊าซชีวภาพ ของระบบ ตามลำดับ



รูปที่ 1.6.8

รูปที่ 1.6.7

รูปที่ 1.6.6

รูปที่ 1.6.5

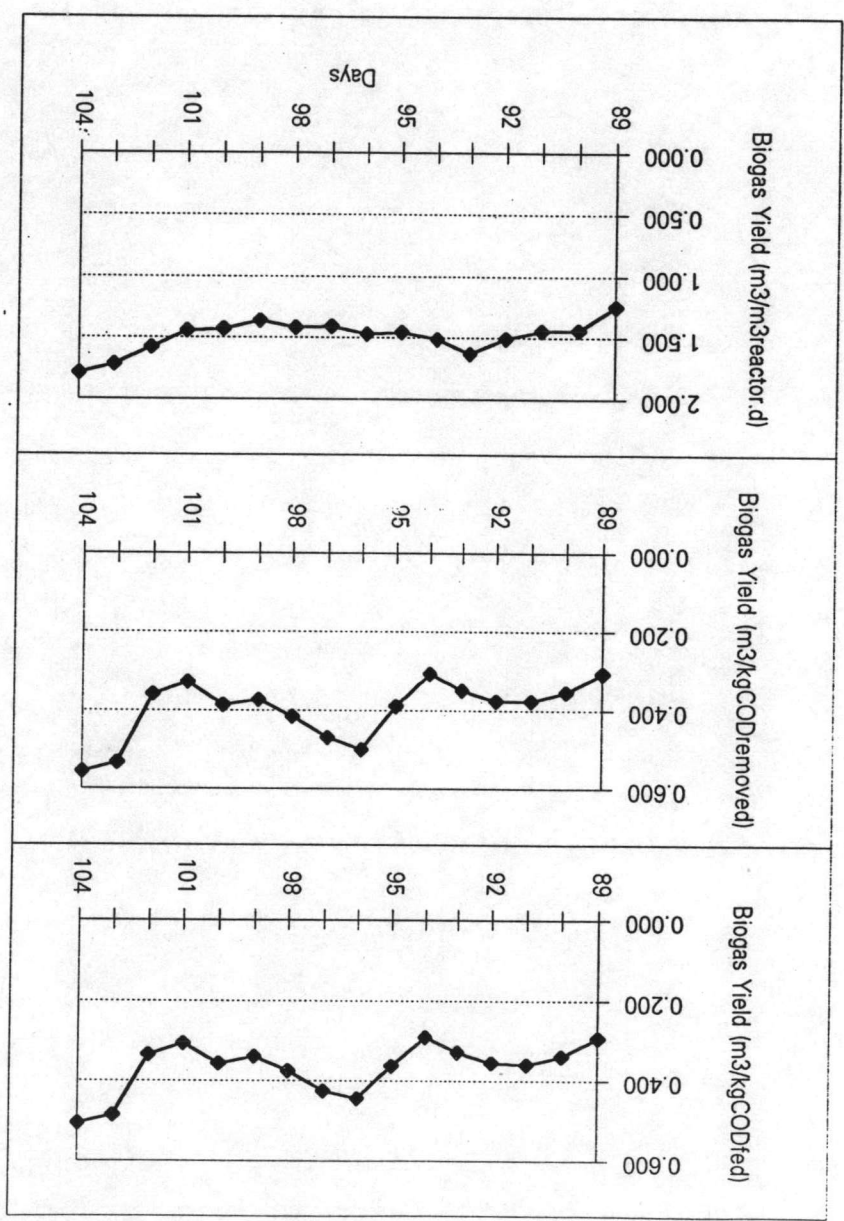
รูปที่ 1.6.11 การเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพในการผลิตก๊าซชีวภาพโดยพิจารณาจากระบบบำบัดน้ำเสีย

ผลผลิตก๊าซชีวภาพจากระบบบำบัดน้ำเสีย

รูปที่ 1.6.10 การเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพในการผลิตก๊าซชีวภาพโดยพิจารณาจากระบบบำบัดน้ำเสีย

ผลผลิตก๊าซชีวภาพจากระบบบำบัดน้ำเสีย

รูปที่ 1.6.9 การเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพในการผลิตก๊าซชีวภาพโดยพิจารณาจากระบบบำบัดน้ำเสีย

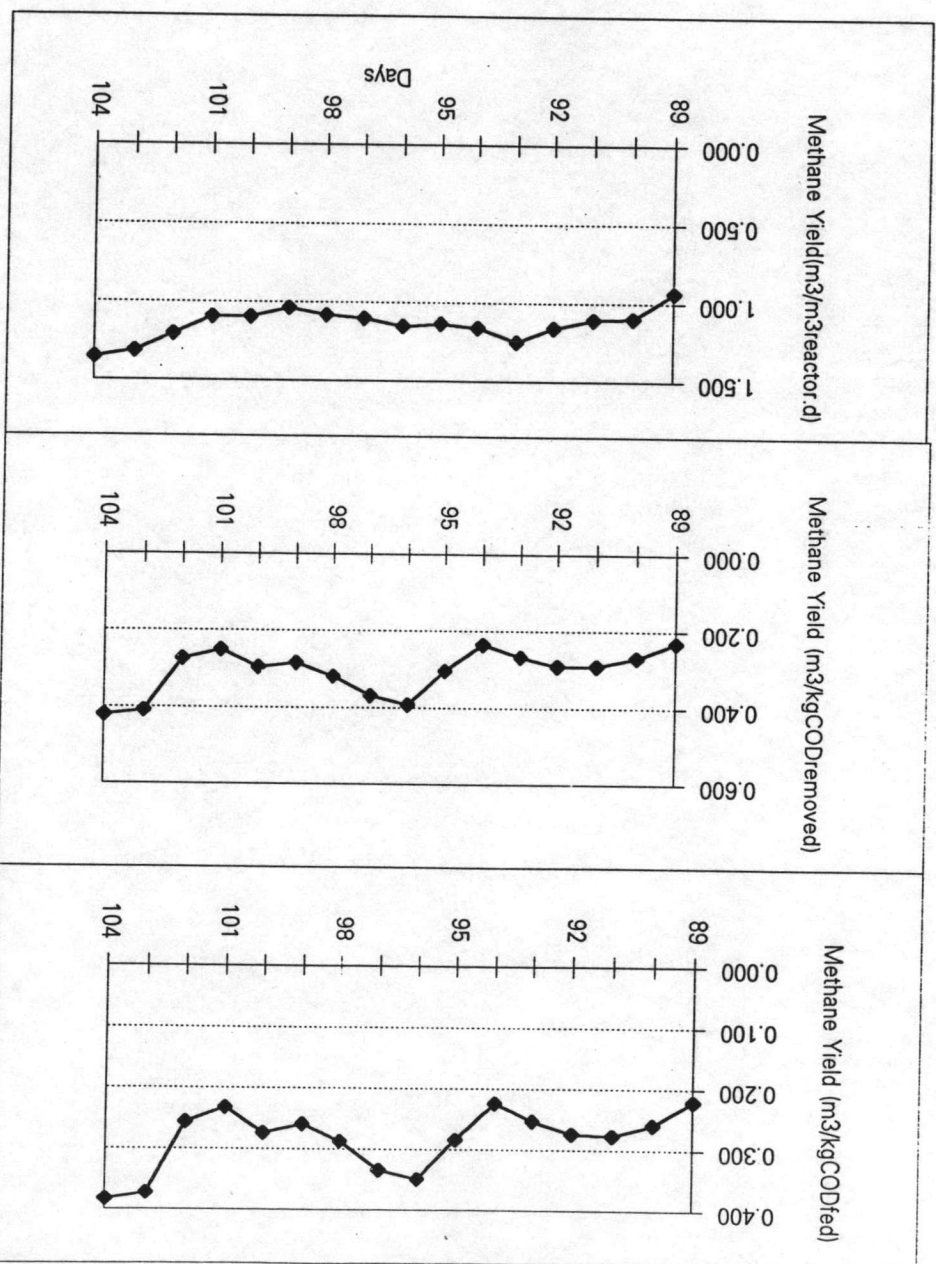


รูปที่ 1.6.11

รูปที่ 1.6.10

รูปที่ 1.6.9

- รูปที่ 1.6.14 การเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพในการผลิตก๊าซมีเทนโดยพิจารณาจากระยะเวลาการผลิตผลึกษาชุมชนกับระบบรีเจนเนอเรชันที่กักอากาศ
- รูปที่ 1.6.13 การเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพในการผลิตก๊าซมีเทนโดยพิจารณาจากระยะเวลาการผลิตผลึกษาชุมชนกับระบบรีเจนเนอเรชันที่ปล่อยสู่ระบบ
- รูปที่ 1.6.12 การเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพในการผลิตก๊าซมีเทนโดยพิจารณาจากระยะเวลาการผลิต



รูปที่ 1.6.14

รูปที่ 1.6.13

รูปที่ 1.6.12

ตารางที่ ง.7 ข้อมูลการทดลองแสดงค่าตัวแปรต่างๆและประสิทธิภาพของระบบในแต่ละวันที่อัตราการป้อนสารอินทรีย์ 5.66 กิโลกรัมชีโอดี/ลูกบาศก์เมตร-วัน

Days	Flow rate (l/d)	HRT (days)	Organic Loading Rate (kg COD/m ³ d)	COD(mg/l)		pH		VFA(mg/l)		ALK(mg/l)		VFA/ALK	
				inf	eff	inf	eff	inf	eff	inf	eff	inf	eff
105	1.728	5.76	6.13	35360	1877	4.7	8.1	2985	371	546	2882	5.47	0.13
106	1.728	5.76	5.30	30600	2040	4.4	8.2	3510	402	348	2534	10.09	0.16
107	1.728	5.76	6.36	36720	1795	4.4	7.9	3773	387	298	2435	12.66	0.16
108	1.728	5.76	6.01	34680	2958	4.4	8.3	3665	464	348	2733	10.53	0.17
109	1.728	5.76	6.36	36720	2366	4.3	8.3	3897	526	348	2683	11.20	0.20
110	1.728	5.76	7.07	40800	2529	4.1	8.4	3866	603	99	2733	39.05	0.22
111	1.728	5.76	6.72	38760	3264	4.0	8.1	3575	803	0	2932	-	0.27
112	1.728	5.76	5.30	30600	2693	4.5	7.9	3378	742	397	3180	8.51	0.23
113	1.728	5.76	5.30	30600	2856	4.3	8.2	3726.9	697	298	3230	12.51	0.22
114	1.728	5.76	5.30	30600	2774	4.2	8.1	3651	803	149	3230	24.50	0.25
115	1.728	5.76	6.72	38760	3019	4.4	8.2	3515	773	397	3478	8.85	0.22
116	1.728	5.76	5.66	32640	3019	4.4	8.2	3742	833	447	3478	8.37	0.24
117	1.728	5.76	5.66	32640	3590	4.5	7.5	3454	1197	397	3627	8.70	0.33
118	1.728	5.76	6.01	34680	3346	4.7	7.8	3287.55	1045	745	3429	4.41	0.30

ตารางที่ ง.7 (ต่อ)

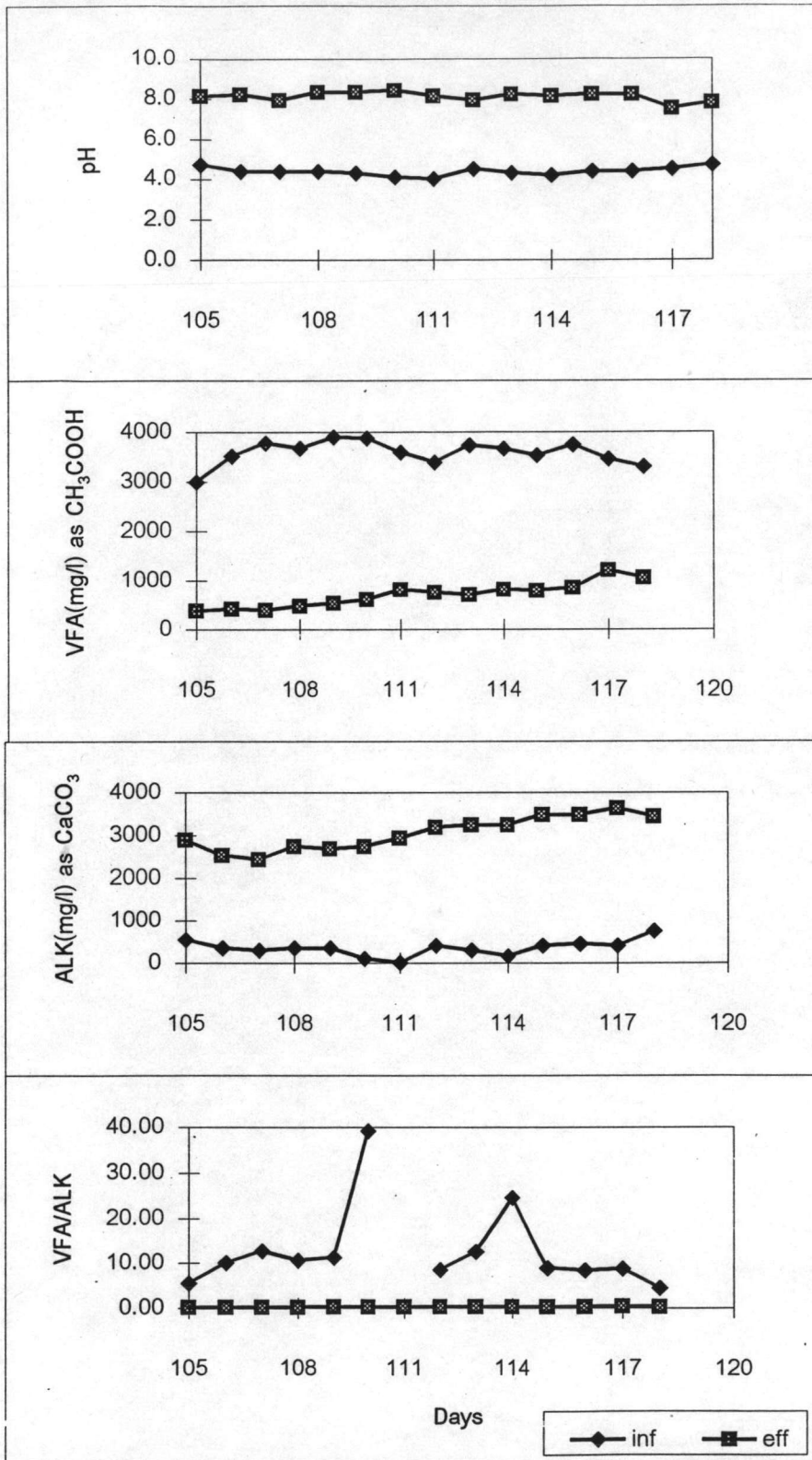
Days	COD Reduction (%)	Gas Production (l/d)	Gas Composition (%)			Biogas Yield			Methane Yield		
			CH4	CO2	Others	Unit1	Unit2	Unit3	Unit1	Unit2	Unit3
105	94.69	19.00	75.04	22.03	2.93	0.311	0.328	1.906	0.233	0.246	1.430
106	93.33	22.08	73.80	23.10	3.10	0.418	0.447	2.214	0.308	0.330	1.634
107	95.11	22.85	72.80	23.82	3.39	0.360	0.379	2.292	0.262	0.276	1.668
108	91.47	24.70	72.90	23.47	3.63	0.412	0.451	2.477	0.300	0.328	1.806
109	93.56	25.23	74.16	22.76	3.08	0.398	0.425	2.530	0.295	0.315	1.877
110	93.80	28.98	70.50	24.43	5.07	0.411	0.438	2.907	0.290	0.309	2.049
111	91.58	28.88	72.86	22.34	4.80	0.431	0.471	2.897	0.314	0.343	2.111
112	91.20	26.31	73.50	21.69	4.82	0.497	0.546	2.639	0.366	0.401	1.939
113	90.67	24.28	71.97	21.79	6.24	0.459	0.506	2.435	0.330	0.364	1.752
114	90.93	24.02	73.48	21.95	4.57	0.454	0.500	2.410	0.334	0.367	1.771
115	92.21	24.86	74.12	21.13	4.76	0.371	0.403	2.494	0.275	0.298	1.848
116	90.75	25.03	73.63	20.65	5.72	0.444	0.489	2.511	0.327	0.360	1.849
117	89.00	22.60	73.53	21.49	4.98	0.401	0.450	2.266	0.295	0.331	1.666
118	90.35	10.74	72.42	21.56	6.02	0.179	0.198	1.077	0.130	0.144	0.780

Unit 1 = m³/kgCODfed

Unit 2 = m³/kgCODremoved

Unit 3 = m³/m³ reactor.d

กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงค่าตัวชี้ต่างๆ และประสิทธิภาพของระบบในแต่ละวันที่ อัตราการป้อนสารอินทรีย์ 5.66 กิโลกรัมชีโอดี/ลูกบาศก์เมตร-วัน



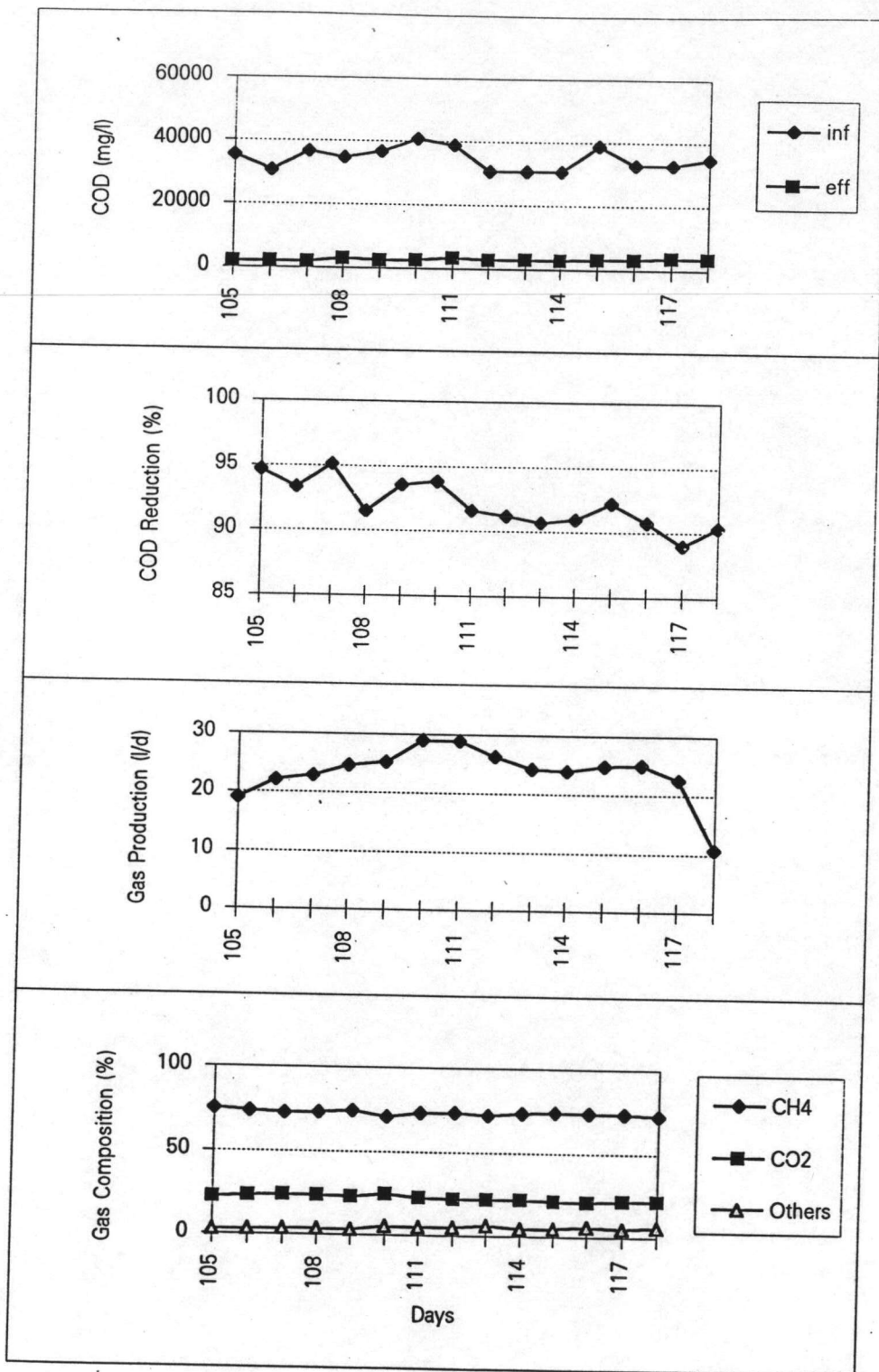
รูปที่ ง.7.1

รูปที่ ง.7.2

รูปที่ ง.7.3

รูปที่ ง.7.4

รูปที่ ง.7.1-ง.7.4 การเปลี่ยนแปลงค่าพีเอช, กรดไขมันระเหย, ค่าสภาพความเป็นด่าง และอัตราส่วนระหว่างปริมาณกรดไขมันระเหยต่อค่าสภาพความเป็นด่างของน้ำเสียที่เข้าและออกจากระบบ



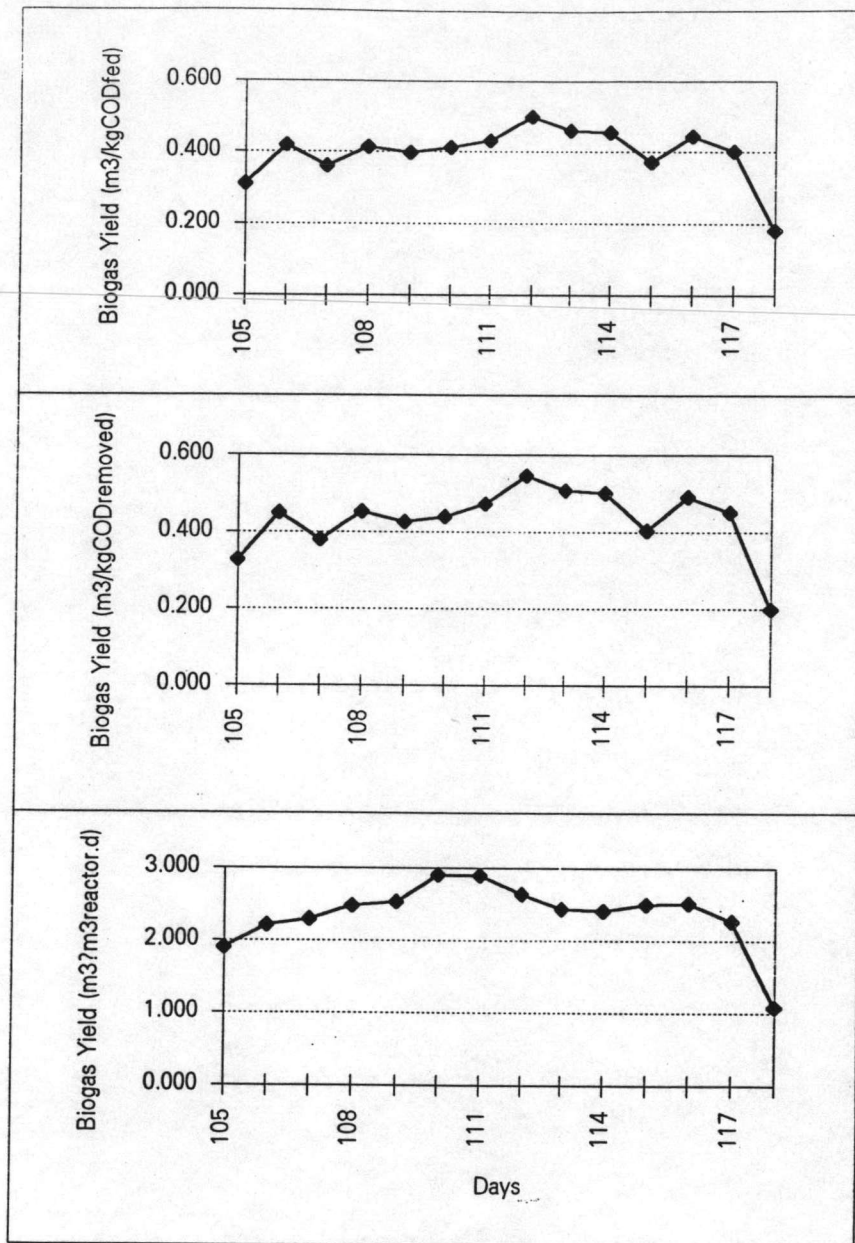
รูปที่ ง.7.5

รูปที่ ง.7.6

รูปที่ ง.7.7

รูปที่ ง.7.8

รูปที่ ง.7.5-ง.7.8 การเปลี่ยนแปลงค่าซีไอดี, ประสิทธิภาพในการกำจัดซีไอดี, อัตราการผลิตก๊าซชีวภาพ และองค์ประกอบของก๊าซชีวภาพ ของระบบ ตามลำดับ



รูปที่ ๗.๗.๙

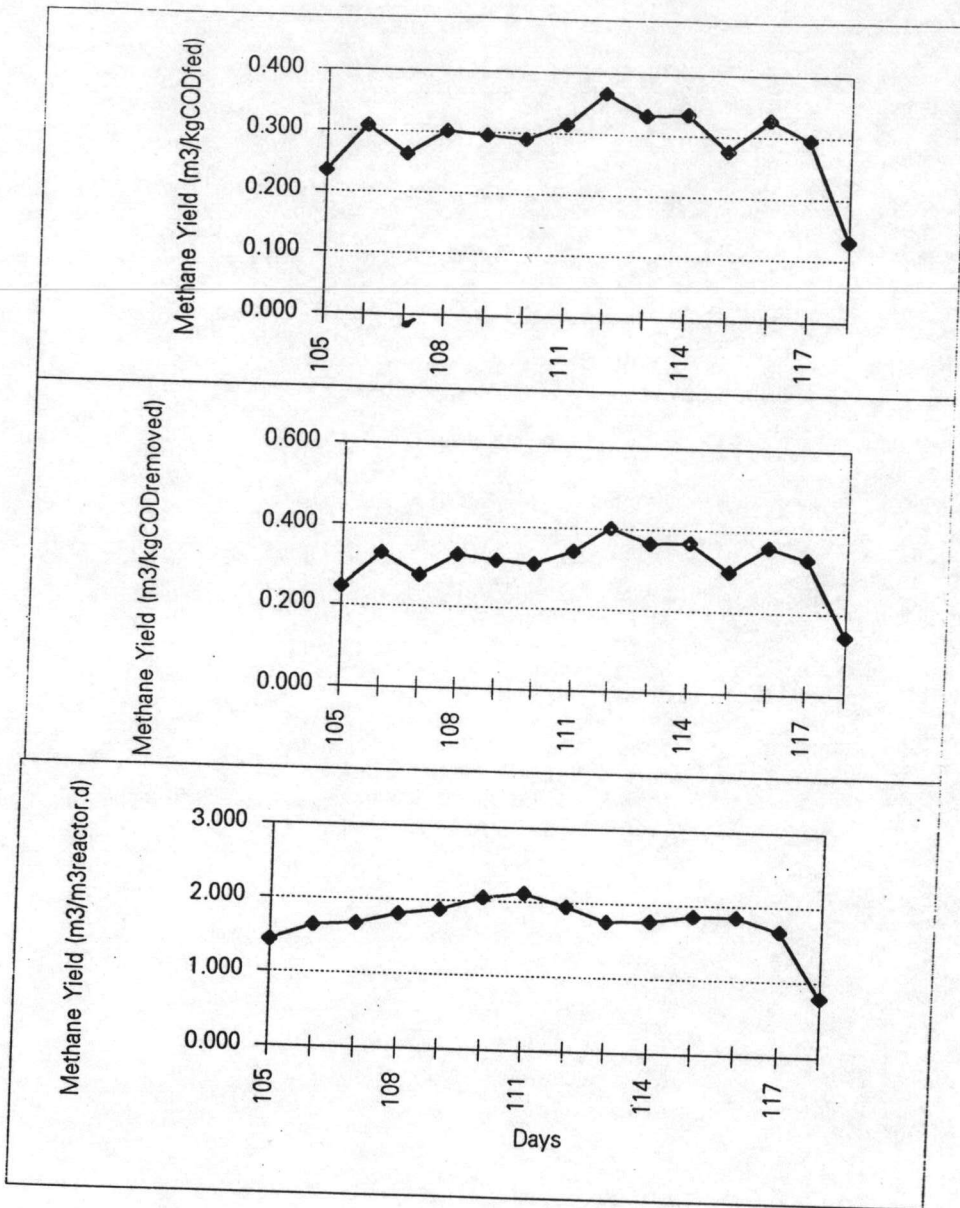
รูปที่ ๗.๗.๑๐

รูปที่ ๗.๗.๑๑

รูปที่ ๗.๗.๙ การเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพในการผลิตก๊าซชีวภาพโดยพิจารณาเทียบปริมาตรผลผลิตก๊าซชีวภาพกับปริมาณสารอินทรีย์ที่ป้อนเข้าสู่ระบบ

รูปที่ ๗.๗.๑๐ การเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพในการผลิตก๊าซชีวภาพโดยพิจารณาเทียบปริมาตรผลผลิตก๊าซชีวภาพกับปริมาณสารอินทรีย์ที่ถูกกำจัด

รูปที่ ๗.๗.๑๑ การเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพในการผลิตก๊าซชีวภาพโดยพิจารณาเทียบปริมาตรผลผลิตก๊าซชีวภาพกับปริมาตรถังหมัก



รูปที่ ๗.๗.๑๒

รูปที่ ๗.๗.๑๓

รูปที่ ๗.๗.๑๔

รูปที่ ๗.๗.๑๒ การเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพในการผลิตก๊าซมีเทนโดยพิจารณาเทียบปริมาตรผลผลิตก๊าซมีเทนกับปริมาณสารอินทรีย์ที่ป้อนเข้าสู่ระบบ

รูปที่ ๗.๗.๑๓ การเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพในการผลิตก๊าซมีเทนโดยพิจารณาเทียบปริมาตรผลผลิตก๊าซมีเทนกับปริมาณสารอินทรีย์ที่ถูกกำจัด

รูปที่ ๗.๗.๑๔ การเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพในการผลิตก๊าซมีเทนโดยพิจารณาเทียบปริมาตรผลผลิตก๊าซมีเทนกับปริมาตรถังหมัก

ประวัติผู้เขียน

นางสาวอมรรัตน์ สีสุทอง เกิดวันที่ 26 กันยายน พ.ศ. 2516 ที่จังหวัดขอนแก่น สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (เทคโนโลยีชีวภาพ) ภาควิชา เทคโนโลยีชีวภาพ คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยขอนแก่น เมื่อปีการศึกษา 2537 และเข้าศึกษาต่อในระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรเทคโนโลยีชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปีการศึกษา 2538