

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

- คณะกรรมการจัดทำคู่มือวิเคราะห์น้ำเสีย สมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย. 2540. คู่มือวิเคราะห์น้ำเสีย. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร: สมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย.
- ชำนาญ ภายประสิทธิ์. 2538. การใช้ยูเอเอสบีในการบำบัดน้ำเสียเข้มข้นสูง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต. ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทรงพล ครามโกมุท. 2544. การกำจัดสีจากน้ำเสียจากส้วมโดยใช้ระบบยูเอเอสบีที่ทำงานร่วมกับระบบกรองไร้อากาศ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต. ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทวีชัย ชีระเศรษฐนันท์. 2540. การใช้ยูเอเอสบีบำบัดน้ำทิ้งจากบ่อกรดแบบไร้ออกซิเจน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต. ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ธนาวัฒน์ รักษกมล, สุเมธ ไชยประพัทธ์ และอุดมผล พิชนาไพบุรุษ. 2549. ประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียเอเอสบีอาร์ แบบเทอร์โมฟิลิกและมีโซฟิลิกในการบำบัดน้ำเสียโรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม.[CD-ROM]. กรุงเทพมหานคร: สมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม. แหล่งที่มา: เอกสารประกอบการประชุมวิชาการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติครั้งที่ 5 [8 มีนาคม 2549]
- นาฏนดา ธรินทร์วรกุลปต์. 2537. ระบบตัวกลางกรอง-ยูเอเอสบีแบบอุณหภูมิสูงชนิดสองชั้นตอนสำหรับบำบัดน้ำจากส้วม. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต. สาขาวิชาเคมีเทคนิค บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ปริญญา มาลัยลอย. 2548. การศึกษาผลของการบำบัดเบื้องต้นแบบกายภาพ-เคมี ต่อประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียจากโรงงานผลิตน้ำมันปาล์มโดยถังปฏิกรณ์แบบยูเอเอสบี. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต. สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- มันสิน ดัชนีกุลเวศม์. 2542. เทคโนโลยีบำบัดน้ำเสียอุตสาหกรรม. เล่มที่ 2, พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- มันสิน ดัชนีกุลเวศม์ และมันรัชย์ ดัชนีกุลเวศม์. 2545. เคมีวิทยาของน้ำและน้ำเสีย. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุบัณฑิต นิมรัตน์. 2548. จุลชีววิทยาของน้ำเสีย. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- สุวิทย์ สุวรรณโณ. 2544. การย่อยสลายน้ำเสียจากโรงงานปาล์มน้ำมันโดยกระบวนการทางชีวภาพแบบไร้อากาศเพื่อผลิตก๊าซมีเทน. ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ นครศรีธรรมราช สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลนครศรีธรรมราช.
- อิสระ รัตนปรียานุช. 2546. การบำบัดน้ำเสียจากสาหร่ายโดยใช้ระบบแอนแอโรบิกไฮบริดฟิลเตอร์ที่มีถังหมักกรดน้ำ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ. ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อุตสาหกรรม, กระทรวง. กรมโรงงานอุตสาหกรรม. สำนักเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม. 2540. คู่มือการจัดการสิ่งแวดล้อมอุตสาหกรรมการสกัดน้ำมันปาล์ม. (ม.ป.ท.).
- อุตสาหกรรม, กระทรวง. กรมโรงงานอุตสาหกรรมและสมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย. 2545. ตำราระบบบำบัดมลพิษน้ำ. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: สมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย.

ภาษาอังกฤษ

- Castro-Gozález, A.; Enríquez-Poy, M. and Durán-de-Bazúa, C. 2001. Design, construction, and starting-up of an anaerobic reactor for the stabilisation, handling, and disposal of excess biological sludge generated in a wastewater treatment plant. Anaerobe 7: 143-149.
- Angenent, L.; and Dague, R.R.. 1996. A laboratory-scale comparison of the UASB and ASBR processes. Proceedings of the 50th Industrial Waste Conference, pp.365-377. United States of America: ANN ARBOR PRESS.
- American Public Health Association, American Water Works Association and Water Pollution Control Federation. 1998. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 20 th ed. New York: APHA .
- Azbar, N.; Ursillo, P. and Speece, R.E. 2001. Effect of process configuration and substrate complexity on the performance of anaerobic process. Wat. Res. 35: 817-829.
- Beal, L.J. and Raman, D.R. 2000. Sequential two-stage anaerobic treatment of confectionery wastewater. J.agric. Engng Res. 76: 211-217.
- Blonskaja, V.; Menert, A. and Vilu, R. 2003. Use of two-stage anaerobic treatment for distillery waste. Advances in Environmental Research 7: 671-678.
- Boonyakitsombut, S. 2004. Anaerobic granulation in UASB reactors. EEAT Yearbook and Directory.

- Borja, R.; Banks, C.J.; and Sanchez, E.. 1996. Anaerobic treatment of palm oil mill effluent in two-stage up-flow anaerobic sludge blanket (UASB) system. Journal of Biotechnology 45: 125-135.
- Caixeta, C.E.T.; Cammarota, M.C. and Xavier, A.M.F. 2002. Slaughterhouse wastewater treatment: evaluation of a new three-phase separation system in a UASB reactor. Bioresource Technology 81: 61-69.
- Cheremisinoff, P.N. 1994. Biomanagement of wastewater and wastes. U.S.A: PTR Prentice Hall.
- Dararat, S. 1996. Effect of sub-optimal temperature and pH performance of UASB granule Methanothix and Methanosarcina. Master's Thesis. Department of engineering in environmental and water resources engineering, Vanderbilt University.
- Gray, N.F. 1989. Biology of wastewater treatment. New York: Oxford University Press.
- Halalsheh, M.; Sawajneh, Z.; Zu'bi, M.; Zeeman, G.; Lier, J.; Fayyad, M. and Lettinga, G. 2005. Treatment of strong domestic sewage in a 96 m³ UASB reactor operated at ambient temperature: two-stage versus single-stage reactor. Bioresource Technology 96: 577-585.
- Herrmann, A.P. and Janke, H.D. 2001. Cofermentation of rutin and hesperidin during two-stage anaerobic pre-treatment of high-loaded brewery wastewater. Wat. Res. 35: 2583-2588.
- Hulsohoff Pol, L.W.; S.I. de Castro Lopes; Lettinga, G. and Lens P.N.L. 2004. Anaerobic sludge granulation. Water Research 38: 1376-1389.
- Kaijun, W. 1994. Integrated anaerobic and aerobic treatment of sewage. Doctoral dissertation. Department of Environmental Technology, Wageningen University.
- Klinsukont, C. and Ploypatarapinyo, P. 2000. Biogas generation from UASB pilot plant reactor of starch wastewater treatment. Bangkok: Thailand Institute of Scientific and Technological Research. (Mimeographed)
- Klinsukont, C.; Teekakul, S.; Disathien, P.; Suchakarn, C. and Lekrungrongkit, J. 1999. Study on sludge granulation in UASB reactor. Bangkok: Thailand Institute of Scientific and Technological Research. (Mimeographed)
- Lin, K. and Yang, Z. 1991. Technical review on the UASB process. Intern J. Environmental Studies 39: 203-222.

- Mahmoud, N.; Zeeman, G.; Gijzen, H. and Lettinga, G. 2004. Anaerobic sewage treatment in a one-stage UASB reactor and a combined UASB-Digestion system. Water Research 38: 2348-2358.
- Najafpour, G.D.; Zinatizadeh, A.A.L.; Mahamad, A.R.; Isa, M.H. and Nasrollahzdeh, H. 2006. High-rate anaerobic digestion of palm oil mill effluent in an upflow anaerobic sludge-fixed film bioreactor. Process Biochemistry 41: 370-379.
- Ng, W.J.; Wong, K.K.; and Chin, K.K.. 1985. Technical note: Two-phase anaerobic treatment kinetics of palm oil wastes. Water Research 19: 667-669.
- Prasertsan, S. and Prasertsan, P. 1996. Biomass residues from palm oil mills in Thailand: an overview on quantity and potential usage. Biomass and Bioenergy 11: 387-395.
- Sanders, W.T.M. 2001. Anaerobic hydrolysis during the digestion of complex substrate. Wageningen university dissertation no.2953[online]. Available form: <http://library.wur.nl/wda/abstracts/ab2953.html> [2005, July 5].
- Seghezzo, L.; Zeeman, G.; Lier, J.B.; Hamelers, H.V.M.; and Lettinga, G. 1998. A review: The anaerobic treatment of sewage in UASB and EGSB reactors. Bioresource Technology 65: 175-190.
- Speece, R.E. 1996. Anaerobic biotechnology for industrial wastewaters. Tennessee: Archae Press.
- Tchobanoglous, G. and Burton, F.L. 1991. Wastewater engineering treatment disposal and reuse. 3 rd ed. Singapore: McGraw-Hill.
- Tchobanoglous, G.; Burton, F.L. and Stensel H.D. 2004. Wastewater engineering treatment disposal and reuse. 4 th ed. Singapore: McGraw-Hill.
- Ugoji, O.E. 1997. Anaerobic digestion of palm oil mill effluent and its utilization as fertilizer for environmental protection. Renewable Energy 10: 291-294.
- Van Langerak, E.P.A.; Ramaekers, H.; Wiechers, J.; Veeken, A.H.M.; Hamelers, H.V.M. and Lettinga, G. 2000. Impact of location of CaCO₃ precipitation on the development of intact anaerobic sludge. Wat. Res. 34: 437-446.
- Wang, Z. and Banks, C.J. 2003. Evaluation of a two stage anaerobic digester for the treatment of mixed abattoir wastes. Process Biochemistry 38: 1267-1273.
- Wiegant, W.M. and Zeeman, G. 1986. The mechanism of ammonia inhibition in the thermophilic digestion of livestock wastes. Agricultural wastes 16: 243-253.

- Yacob, S.; Hassan, M.A.; Shirai, Y.; Wakisaka, M. and Subash, S. 2006. Baseline study of methane emission from anaerobic ponds of palm oil mill effluent treatment. Science of the total Environment 366: 187-196.
- Yacob, S.; Shirai, Y.; Hassan, M.A.; Wakisaka, M. and Subash, S. 2006. Start-up operation of semi-commercial closed anaerobic digester for palm oil mill effluent treatment. Process Biochemistry 41: 962-964.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
สารอาหารเสริม

ตารางที่ ก.1 สารอาหารเสริม (Vanderbilt media)

สารเคมี	ความเข้มข้น (มิลลิกรัมต่อลิตร)
KI	10
MnCl ₂ (H ₂ O) ₄	10
FeCl ₂ (H ₂ O) ₆	40
CoCl ₂ (H ₂ O) ₆	10
NH ₄ Cl	1200
(NH ₄) ₂ HPO ₄	80
(NaPO ₃) ₆	10
KCl	400
CaCl ₂ (H ₂ O) ₂	748
MgSO ₄ (H ₂ O) ₃	463.5
Cysteine	10
NaHCO ₃	6000
Na ₂ S(H ₂ O) ₉	300
Na ₂ SeO ₄	0.50
AlCl ₃ (H ₂ O) ₆	0.50
H ₃ BO ₃	0.50
CuCl ₂ (H ₂ O) ₆	0.50
Na ₂ MoO ₄ (H ₂ O) ₂	0.50
NH ₄ VO ₃	0.50
NaWO ₄ (H ₂ O) ₂	0.50
NiCl ₂ (H ₂ O) ₆	0.50
ZnCl ₂	0.50

ที่มา : Dararat, 1996

ภาคผนวก ข

การคำนวณปริมาณเม็คตะกอนจุลินทรีย์ที่เติมลงในถังปฏิกริยาเยอเอสบี

$$\text{กำหนดให้ปริมาณเม็คตะกอนจุลินทรีย์ภายในถังปฏิกริยา} = 20,000 \text{ มิลลิกรัมต่อลิตร}$$

$$\text{ปริมาตรของถังปฏิกริยา} = 3.139 \text{ ลิตร}$$

ดังนั้น ต้องเติมเม็คตะกอนจุลินทรีย์ลงในถังปฏิกริยา

$$= 20,000 \text{ มิลลิกรัมต่อลิตร} \times 3.139 \text{ ลิตร}$$

$$= 62,780 \text{ มิลลิกรัม}$$

$$\text{เม็คตะกอนจุลินทรีย์มีความเข้มข้นของแข็งแขวนลอยของ} \approx 62,780 \text{ มิลลิกรัมต่อลิตร}$$

$$\text{ดังนั้น ต้องเติมเม็คตะกอนจุลินทรีย์ปริมาตร} = \frac{62,780 \text{ มิลลิกรัม}}{63,050 \text{ มิลลิกรัมต่อลิตร}}$$

$$= 0.9957 \text{ ลิตร}$$

$$= 0.9957 \text{ ลิตร}$$

$$\approx 1 \text{ ลิตร}$$

ภาคผนวก ก

การคำนวณอัตราภาระสารอินทรีย์

เริ่มต้นการทดลอง

กำหนด [COD] = 4,000 mg/L และ HRT = 1 วัน สามารถคำนวณค่าภาระสารอินทรีย์ (gCOD /gVSS-d) ได้ดังนี้

$$\begin{aligned}
 \text{COD loading} &= 4 \text{ gCOD/L} \times 3.139 \text{ L/d} \\
 (\text{load 1}) &= 12.56 \text{ gCOD/d} \\
 &= \frac{12.56 \text{ gCOD/d}}{62.78 \text{ gVSS}} \\
 &= 0.20 \text{ gCOD/gVSS-d}
 \end{aligned}$$

อัตราภาระสารอินทรีย์ 4 กิโลกรัมซีโอดีต่อลูกบาศก์เมตรต่อวัน

$$\text{COD loading} = 0.2 \text{ gCOD/gVSS-d}$$

$$\begin{aligned}
 1 \text{ gVSS ใช้ COD} & 0.2 \text{ gCOD/d} \\
 62.78 \text{ gVSS ใช้ COD} & 62.78 \times 0.2 = 12.56 \text{ gCOD/d}
 \end{aligned}$$

1 วัน ป้อนน้ำเสีย 3.139 L

$$\begin{aligned}
 [\text{COD}] &= \frac{12.56 \text{ gCOD/d}}{3.139 \text{ L/d}} \\
 &= 4 \text{ gCOD/L} \\
 &= 4,000 \text{ mgCOD/L} \\
 \text{OLR} &= 4,000 \text{ mg/L} \times 2.2 \text{ mL/min} \div 3.139 \text{ L} \\
 &= 4,000 \text{ mg/L} \times 1,000 \text{ L/m}^3 \times (1/10^6) \text{ kgCOD/mg} \times 2.2 \text{ mL/min} \\
 &\quad \times (1/10^6) \text{ m}^3/\text{mL} \times 24 \times 60 \text{ min/d} \div 3.139 \text{ L} \\
 &= 4,000 \times (3.168 \times 10^{-6}) \text{ kgCOD/d} \div 3.139 \text{ L} \\
 &= 1.2672 \times 10^{-2} \div 3.139 \text{ L} \\
 &= (1.2672 \times 10^{-2}) \div (3.139 \times 10^{-3}) \text{ kgCOD/m}^3\text{-d} \\
 &= 4.037 \approx 4 \text{ kgCOD/m}^3\text{-d}
 \end{aligned}$$

อัตราการสารอินทรีย์ 10 กิโลกรัมซีโอดีต่อลูกบาศก์เมตรต่อวัน

$$\text{COD loading} = 0.5 \text{ gCOD/gVSS-d}$$

$$\begin{array}{ll} 1 \text{ gVSS ใช้ COD} & 0.5 \text{ gCOD/d} \\ 62.78 \text{ gVSS ใช้ COD} & 62.78 \times 0.5 = 31.39 \text{ gCOD/d} \end{array}$$

1 วัน ป้อนน้ำเสีย 3.139 L

$$\begin{aligned} [\text{COD}] &= \frac{31.39 \text{ gCOD/d}}{3.139 \text{ L/d}} \\ &= 10 \text{ gCOD/L} \\ &= 10,000 \text{ mgCOD/L} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{OLR} &= 10,000 \times (3.168 \times 10^{-6}) \text{ kgCOD/d} \div 3.139 \text{ L} \\ &= 3.168 \times 10^{-2} \text{ kgCOD/d} \div 3.139 \text{ L} \\ &= (3.168 \times 10^{-3}) \div (3.139 \times 10^{-3}) \text{ kgCOD/m}^3\text{-d} \\ &= 10.009 \approx 10 \text{ kgCOD/m}^3\text{-d} \end{aligned}$$

อัตราการระสารอินทรีย์ 15 กิโลกรัมชีโอดีต่อลูกบาศก์เมตรต่อวัน

$$\text{COD loading} = 0.75 \text{ gCOD/gVSS-d}$$

$$\begin{array}{ll} 1 \text{ gVSS ใช้ COD} & 0.75 \text{ gCOD/d} \\ 62.78 \text{ gVSS ใช้ COD} & 62.78 \times 0.75 = 47.09 \text{ gCOD/d} \end{array}$$

1 วัน ป้อนน้ำเสีย 3.139 L

$$\begin{aligned} [\text{COD}] &= \frac{47.09 \text{ gCOD/d}}{3.139 \text{ L/d}} \\ &= 15 \text{ gCOD/L} \\ &= 15,000 \text{ mgCOD/L} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{OLR} &= 15,000 \times (3.168 \times 10^{-6}) \text{ kgCOD/d} \div 3.139 \text{ L} \\ &= 4.752 \times 10^{-2} \text{ kgCOD/d} \div 3.139 \text{ L} \\ &= (4.752 \times 10^{-2}) \div (3.139 \times 10^{-3}) \text{ kgCOD/m}^3\text{-d} \\ &= 15.139 \approx 15 \text{ kgCOD/m}^3\text{-d} \end{aligned}$$

อัตราการระสารอินทรีย์ 20 กิโลกรัมชีโอดีต่อลูกบาศก์เมตรต่อวัน

$$\text{COD loading} = 1.00 \text{ gCOD/gVSS-d}$$

$$1 \text{ gVSS ใช้ COD} \quad 1.00 \text{ gCOD/d}$$

$$62.78 \text{ gVSS ใช้ COD} \quad 62.78 \times 1.00 = 62.78 \text{ gCOD/d}$$

1 วัน ป้อนน้ำเสีย 3.139 L

$$[\text{COD}] = \frac{62.78 \text{ gCOD/d}}{3.139 \text{ L/d}}$$

$$= 20 \text{ gCOD/L}$$

$$= 20,000 \text{ mgCOD/L}$$

$$= 20,000 \text{ mgCOD/L}$$

$$\text{OLR} = 20,000 \times (3.168 \times 10^{-6}) \text{ kgCOD/d} \div 3.139 \text{ L}$$

$$= 6.336 \times 10^{-2} \text{ kgCOD/d} \div 3.139 \text{ L}$$

$$= (6.336 \times 10^{-2}) \div (3.139 \times 10^{-3}) \text{ kgCOD/m}^3\text{-d}$$

$$= 20.185 \quad \approx \quad 20 \text{ kgCOD/m}^3\text{-d}$$

อัตราการระสารอินทรีย์ 25 กิโลกรัมชีโอดีต่อลูกบาศก์เมตรต่อวัน

$$\text{COD loading} = 1.25 \text{ gCOD/gVSS-d}$$

$$\begin{array}{ll} 1 \text{ gVSS ใช้ COD} & 1.25 \text{ gCOD/d} \\ 62.78 \text{ gVSS ใช้ COD} & 62.78 \times 1.25 = 78.48 \text{ gCOD/d} \end{array}$$

1 วัน ป้อนน้ำเสีย 3.139 L

$$\begin{aligned} [\text{COD}] &= \frac{78.48 \text{ gCOD/d}}{3.139 \text{ L/d}} \\ &= 25 \text{ gCOD/L} \\ &= 25,000 \text{ mgCOD/L} \\ \text{OLR} &= 25,000 \times (3.168 \times 10^{-6}) \text{ kgCOD/d} \div 3.139 \text{ L} \\ &= 7.9 \times 10^{-2} \text{ kgCOD/d} \div 3.139 \text{ L} \\ &= (7.9 \times 10^{-2}) \div (3.139 \times 10^{-3}) \text{ kgCOD/m}^3\text{-d} \\ &= 25.167 \approx 25 \text{ kgCOD/m}^3\text{-d} \end{aligned}$$

อัตราการระเหยอินทรีย์ 28 กิโลกรัมชีโอดีต่อลูกบาศก์เมตรต่อวัน

$$\begin{aligned} \text{OLR} &= 28,000 \times (3.168 \times 10^{-6}) \text{ kgCOD/d} \div 3.139 \text{ L} \\ &= 8.9 \times 10^{-2} \text{ kgCOD/d} \div 3.139 \text{ L} \\ &= (8.9 \times 10^{-2}) \div (3.139 \times 10^{-3}) \text{ kgCOD/m}^3\text{-d} \\ &= 28.353 \quad \approx \quad 28 \text{ kgCOD/m}^3\text{-d} \end{aligned}$$

ภาคผนวก ง

ข้อมูลก๊าซชีวภาพและอุณหภูมิของการเดินระบบถังสร้างก๊าซมีเทน

ตารางที่ ง.1 ปริมาณก๊าซชีวภาพและอุณหภูมิ ที่อัตราการसारอินทรีย์ 4 กิโลกรัมซีโอดีต่อ
ลูกบาศก์เมตรต่อวัน

วันที่ ทำการทดลอง	อุณหภูมิ (องศา เซลเซียส)	ก๊าซชีวภาพ (มิลลิลิตร)		ก๊าซมีเทน
		ณ อุณหภูมิห้อง	ณ สภาวะมาตรฐาน (25 องศาเซลเซียส)	ณ สภาวะมาตรฐาน (25 องศาเซลเซียส)
1	34.0	1,356.23	1,316.47	855.71
2	35.0	1,610.40	1,558.11	1,012.77
3	36.0	2,221.60	2,142.51	1,392.63
4	35.0	1,444.25	1,397.36	908.28
5	35.0	1,708.64	1,653.16	1,074.56
6	34.0	852.07	827.09	537.61
7	36.0	4,379.38	4,223.48	2,745.26
8	36.0	1,325.27	1,278.09	830.76
9	29.0	203.85	201.15	130.75
10	35.0	1,960.85	1,897.19	1,233.17
11	36.0	2,642.91	2,548.83	1,656.74
12	36.0	2,355.83	2,271.97	1,476.78
13	37.0	3,458.39	3,324.52	2,160.94
14	32.0	3,338.52	3,261.90	2,120.23
15	36.0	3,728.93	3,596.18	2,337.52
16	35.0	3,556.70	3,441.22	2,236.79
17	34.0	2,436.25	2,364.83	1,537.14
18	37.0	2,574.41	2,474.76	1,608.59
19	33.0	2,412.34	2,349.27	1,527.03
20	27.0	2,293.47	2,278.18	1,480.82
21	33.0	2,654.75	2,585.34	1,680.47
22	35.0	2,548.31	2,465.57	1,602.62
23	32.0	1,375.80	1,344.22	873.75
24	37.5	1,486.70	1,426.85	927.45
25	37.0	1,858.06	1,786.14	1,160.99
26	34.0	1,850.65	1,796.40	1,167.66
27	34.0	1,586.68	1,540.16	1,001.11
28	34.0	1,337.70	1,298.48	844.01
29	29.0	1,106.74	1,092.08	709.85

ตารางที่ ง.2 ปริมาณก๊าซชีวภาพและอุณหภูมิ ที่อัตราการสลายอินทรีย์ 10 กิโลกรัมซีโอดีต่อ
ลูกบาศก์เมตรต่อวัน

วันที่ ทำการทดลอง	อุณหภูมิ (องศา เซลเซียส)	ก๊าซชีวภาพ (มิลลิลิตร)		ก๊าซมีเทน
		ณ อุณหภูมิห้อง	ณ สภาวะมาตรฐาน (25 องศาเซลเซียส)	ณ สภาวะมาตรฐาน (25 องศาเซลเซียส)
1	33.0	4,063.26	3,957.03	2,611.64
2	34.0	5,121.75	4,971.60	3,281.26
3	35.0	5,001.90	4,839.50	3,194.07
4	35.0	6,578.38	6,364.80	4,200.77
5	32.0	4,589.81	4,484.47	2,959.75
6	28.0	3,983.19	3,943.49	2,602.70
7	30.0	4,274.66	4,204.12	2,774.72
8	30.5	6,702.55	6,581.09	4,343.52
9	30.0	4,741.03	4,662.80	3,077.44
10	31.0	6,713.20	6,580.70	4,343.26
11	33.0	6,693.95	6,518.94	4,302.50
12	33.0	7,172.90	6,985.37	4,610.35
13	34.0	5,358.14	5,201.06	3,432.70
14	33.0	3,925.39	3,822.77	2,523.03
15	32.0	4,045.48	3,952.63	2,608.74
16	31.0	3,489.38	3,420.51	2,257.54
17	32.0	4,374.68	4,274.28	2,821.02
18	34.0	3,625.17	3,518.89	2,322.47
19	32.0	6,790.44	6,634.59	4,378.83

ตารางที่ ง.3 ปริมาณก๊าซชีวภาพและอุณหภูมิ ที่อัตราการสลายอินทรีย์ 15 กิโลกรัมซีโอดีต่อลูกบาศก์เมตรต่อวัน

วันที่ ทำการทดลอง	อุณหภูมิ (องศา เซลเซียส)	ก๊าซชีวภาพ (มิลลิลิตร)		ก๊าซมีเทน
		ณ อุณหภูมิห้อง	ณ สภาวะมาตรฐาน (25 องศาเซลเซียส)	ณ สภาวะมาตรฐาน (25 องศาเซลเซียส)
1	32.0	6,790.44	6,634.59	4,511.52
2	28.0	4,566.90	4,521.38	3,074.54
3	35.0	2,235.03	2,162.46	1,470.48
4	31.0	4,636.53	4,545.02	3,090.61
5	36.0	5,074.89	4,894.23	3,328.08
6	36.0	5,163.88	4,980.05	3,386.44
7	36.0	4,830.09	4,658.15	3,167.54
8	36.0	5,063.74	4,883.48	3,320.76
9	33.0	4,323.00	4,209.98	2,862.79
10	34.0	1,501.56	1,457.54	991.13
11	32.0	4,680.00	4,572.59	3,109.36
12	31.0	7,373.28	7,227.75	4,914.87
13	34.0	6,390.77	6,203.42	4,218.32
14	31.0	6,675.90	6,544.14	4,450.01
15	30.0	4,881.36	4,800.81	3,264.55
16	27.0	3,693.37	3,668.75	2,494.75
17	32.0	2,943.07	2,875.52	1,955.36
18	29.0	2,735.62	2,699.39	1,835.58
19	30.0	2,231.89	2,195.06	1,492.64
20	29.0	3,410.53	3,365.36	2,288.44
21	25.0	1,775.72	1,775.72	1,207.49
22	30.0	1,333.53	1,311.52	891.84
23	32.0	1,622.54	1,585.30	1,078.00
24	30.0	2,435.71	2,395.52	1,628.95
25	32.0	1,902.92	1,859.25	1,264.29
26	33.0	3,007.47	2,928.84	1,991.61
27	35.0	2,114.62	2,045.96	1,391.26
28	30.0	3,410.53	3,354.25	2,280.89
29	30.0	2,735.62	2,690.48	1,829.52

ตารางที่ ง.4 ปริมาณก๊าซชีวภาพและอุณหภูมิ ที่อัตราการระเหยอินทรีย์ 20 กิโลกรัมชีโอดีต่อ
ลูกบาศก์เมตรต่อวัน

วันที่ ทำการทดลอง	อุณหภูมิ (องศา เซลเซียส)	ก๊าซชีวภาพ (มิลลิลิตร)		ก๊าซมีเทน
		ณ อุณหภูมิห้อง	ณ สภาวะมาตรฐาน (25 องศาเซลเซียส)	ณ สภาวะมาตรฐาน (25 องศาเซลเซียส)
1	30.0	7,027.00	6,911.04	4,423.07
2	29.0	3,394.61	3,349.65	2,143.77
3	28.0	3,016.92	2,986.85	1,911.58
4	32.0	2,451.06	2,394.81	1,532.68
5	32.0	1,738.73	1,698.82	1,087.25
6	33.0	3,256.05	3,170.92	2,029.39
7	33.5	2,883.52	2,803.55	1,794.27
8	34.0	4,437.33	4,307.25	2,756.64
9	32.0	8,290.09	8,099.83	5,183.89
10	32.0	3,456.00	3,376.68	2,161.08
11	33.0	3,214.25	3,130.22	2,003.34
12	30.0	4,600.87	4,524.95	2,895.97
13	32.0	3,856.00	3,767.50	2,411.20

ตารางที่ ง.5 ปริมาณก๊าซชีวภาพและอุณหภูมิ ที่อัตราการระเหยอินทรีย์ 25 กิโลกรัมชีโอดีต่อ
ลูกบาศก์เมตรต่อวัน

วันที่ ทำการทดลอง	อุณหภูมิ (องศา เซลเซียส)	ก๊าซชีวภาพ (มิลลิลิตร)		ก๊าซมีเทน
		ณ อุณหภูมิห้อง	ณ สภาวะมาตรฐาน (25 องศาเซลเซียส)	ณ สภาวะมาตรฐาน (25 องศาเซลเซียส)
1	33.0	5,040.51	4,908.73	3,239.76
2	30.0	6,577.78	6,469.24	4,269.70
3	33.0	4,577.98	4,458.29	2,942.47
4	32.0	2,858.92	2,793.31	1,843.58
5	32.0	5,211.43	5,091.82	3,360.60
6	31.0	3,696.26	3,623.31	2,391.38
7	32.0	4,383.93	4,283.32	2,826.99
8	30.0	3,413.62	3,357.29	2,215.81
9	31.0	5,546.02	5,436.56	3,588.13
10	27.0	7,041.76	6,994.81	4,616.58
11	29.0	7,685.96	7,584.16	5,005.55
12	32.0	3,475.57	3,395.80	2,241.23
13	33.5	9,509.07	9,245.36	6,101.94
14	32.0	13,784.62	13,468.25	8,889.05
15	33.0	6,548.21	6,377.01	4,208.83
16	32.0	8,613.08	8,415.40	5,554.17
17	34.0	9,817.12	9,529.32	6,289.35
18	31.0	7,200.00	7,057.89	4,658.21
19	31.0	4,779.00	4,684.68	3,091.89
20	29.0	6,101.53	6,020.72	3,973.67
21	32.0	10,562.24	10,319.83	6,811.09
22	34.0	9,731.33	9,446.05	6,234.39
23	31.0	8,944.10	8,767.57	5,786.60
24	30.0	8,613.08	8,470.95	5,590.83

ตารางที่ ง.6 ปริมาณก๊าซชีวภาพและอุณหภูมิ ที่อัตราการระเหยอินทรีย์ 28 กิโลกรัมชีโอดีต่อ
ลูกบาศก์เมตรต่อวัน

วันที่ ทำการทดลอง	อุณหภูมิ (องศา เซลเซียส)	ก๊าซชีวภาพ (มิลลิลิตร)		ก๊าซมีเทน
		ณ อุณหภูมิห้อง	ณ สภาวะมาตรฐาน (25 องศาเซลเซียส)	ณ สภาวะมาตรฐาน (25 องศาเซลเซียส)
1	33.0	6,280.00	6,115.82	3,975.28
2	34.0	4,050.28	3,931.54	2,555.50
3	34.0	4,095.00	3,974.95	2,583.72
4	33.5	2,119.18	2,060.41	1,339.27
5	34.0	3,019.92	2,931.39	1,905.40
6	32.0	3,340.31	3,268.65	2,121.37
7	32.0	2,982.00	2,913.56	1,893.81
8	30.0	2,663.58	2,619.63	1,702.76
9	30.0	2,098.60	2,063.97	1,341.58
10	33.5	4,120.00	4,005.74	2,603.73
11	35.0	3,542.39	3,427.38	2,227.80



ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวจิรวรรณ ออตตะกุล เกิดเมื่อวันที่ 4 มิถุนายน พ.ศ.2523 ที่จังหวัดราชบุรี จบการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต(วท.บ.) สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม จากคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร เมื่อปี พ.ศ.2546

ผลงานทางวิชาการที่ผ่านมาได้เข้าร่วมเสนอบทความเรื่อง การบำบัดน้ำเสียจากโรงงาน สกัดน้ำมันปาล์มด้วยกระบวนการไร้ออกซิเจนสองขั้นตอน ในการประชุมวิชาการสิ่งแวดล้อม แห่งชาติครั้งที่ 5 ระหว่างวันที่ 8-9 มีนาคม พ.ศ.2549 ณ โรงแรมสยามซิตี้ กรุงเทพฯ

