

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

- สมชาย พรชัยวิวัฒน์. 2538. ประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพแบบชั้นตัวกลางลอยตัว.
วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต. ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะ
วิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สุภัณฑิต นิมรัตน์. 2548. จุลชีววิทยาของน้ำเสีย. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย.
- อารียา วิรัชวรกุล. 2546. การผลิตก๊าซชีวภาพจากเศษอาหารโดยกระบวนการย่อยสลายภายใต้
สภาวะไร้ออกซิเจนแบบสองขั้นตอน. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต.
ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาษาอังกฤษ

- AL-Dabbas, M. A. F. (1998). Reduction of methane emissions and utilization of municipal
waste for energy in Amman Renewable Energy 14: 427-434.
- Archer, D. B. and Kirsop, B. H. (1991). The microbiology and control of anaerobic
digestion: In A. W.ed., Anaerobic Digestion: A Waste Treatment Technology.
London, Elsevier Applied Science Publisher.
- Atif, A. A. Y., Fakhru'l-Razi, A., Ngan, M. A., Morimoto, M., Iyuke, S. E. and Veziroglu, N.
T. (2004). Fed batch production of hydrogen from palm oil mill effluent using
anaerobic microflora. International Journal of Hydrogen Energy 30: 1393-1397.
- Bitton, G. (1994). Wastewater microbiology. Chichester, John Wiley & Sons.

- Borja, R., Gonzalez, E., Raposo, F., Millan, F. and Martin, A. (2001). Performance evaluation of a mesophilic anaerobic fluidized-bed reactor treating wastewater derived from the production of proteins from extracted sunflower flour. Bioresource Technology 76: 45-52.
- Carbone, S. R., Dasilva, F. M., Tavares, C. R. G. and Diasfilho, B. P. (2002). Bacterial population of a two-phase anaerobic digestion process treating effluent of cassava starch factory. Environmental Technology 23: 591-597.
- Cho, J. K., Park, S. C. and Chang, H. N. (1995). Biochemical methane potential and solid state anaerobic digestion of Korean food wastes. Bioresource Technology 52: 245-253.
- Dinsdale, R. M., Premier, G. C., Hawkes, F. R. and Hawkes, D. L. (2000). Two-stage anaerobic codigestion of waste activated sludge and fruit/vegetable waste using inclined tubular digesters. Bioresource Technology 72: 159-168.
- Elmitwalli, T. A., Oahn, K. L. T., Zeeman, G. and Lettinga, G. (2002). Treatment of domestic sewage in a two-step anaerobic filter/anaerobic hybrid system at low temperature. Water Research 36: 2225-2232.
- Fernandez, A., Sanchez, A. and Font, X. (2005). Anaerobic co-digestion of a simulated organic fraction of municipal solid wastes and fats of animal and vegetable origin. Biochemical Engineering Journal 26: 22-28.
- Han, S. K. and Shin, H. S. (2004). Biohydrogen production by anaerobic fermentation of food waste. International Journal of Hydrogen Energy 29: 569-577.

- Heguang, Z., Shunsaku, U., Yasuo, A. and Jun, M. (2002). Hydrogen production as a novel process of wastewater treatment-studies on tofu wastewater with entrapped *R. sphaeroides* and mutagenesis. International Journal of Hydrogen Energy 27: 1349-1357.
- Held, C., Wellacher, M., Robra, K.-H. and Gubitz, G. M. (2002). Two-stage anaerobic fermentation of organic waste in CSTR and UFAF-reactors. Bioresource Technology 81: 19-24.
- Holland, K. T., Knapp, J. S. and Shoosmith, J. G. (1987). Anaerobic bacteria. New York, Chapman and Hall.
- Ince, O. (1998). Performance of a two-phase anaerobic digestion system when treating dairy wastewater. Water Research 32(9): 2707-2713.
- Lee, K. S., Lo, Y. C., Lin, P. J. and Chang, J. S. (2006). Improving biohydrogen production in a carrier-induced granular sludge bed by altering physical configuration and agitation pattern of the bioreactor. International Journal of Hydrogen Energy 31: 1648-1657.
- Lin, C. N., Wu, S. Y. and Chang, J. S. (2006). Fermentative hydrogen production with a draft tube fluidized bed reactor containing silicone-gel-immobilized anaerobic sludge. International Journal of Hydrogen Energy 31: 2200-2210.
- Mohan, S. V., Bhaskar, Y. V. and Sarma, P. N. (2007). Biohydrogen production from chemical wastewater treatment in biofilm configured reactor operated in periodic

discontinuous batch mode by selectively enriched anaerobic mixed consortia.

Water Research ARTICLE IN PRESS.

Morimoto, M., Atsuko, M., Atif, A. A. Y., Ngan, M. A. and Fakhru'l-Razi, A. (2004).

Biological production of hydrogen from glucose by natural anaerobic microflora.

International Journal of Hydrogen Energy 29: 709-713.

Mu, Y., Yu, H. Q. and Wang, Y. (2006). The role of pH in the fermentative H₂ production

from an acidogenic granule-based reactor. Chemosphere ARTICLE IN PRESS.

Mu, Y., Zheng, X. J., Yu, H. Q. and Zhu, R. F. (2006). Biological hydrogen production by

anaerobic sludge at various temperatures. International Journal of Hydrogen

Energy 31: 780-785.

Patel, H. and Madamwar, D. (2001). Single and multichamber fixed film anaerobic

reactors for biomethanation of acidic petrochemical wastewater-systems

performance. Process Biochemistry 36: 613-619.

Ren, N., Li, J., Li, B., Wang, Y. and Liu, S. (2006). Biohydrogen production from

molasses by anaerobic fermentation with a pilot-scale bioreactor system.

International Journal of Hydrogen Energy 31: 2147-2157.

Rene, A., Saul, V. and Gunnar, L. (2006). Biogas production from llama and cow manure

at high altitude. Biomass and Bioenergy 30: 66-75.

Trnovec, W. and Britz, T. J. (1998). Influence of organic loading rate and hydraulic

retention time on the efficiency of a UASB bioreactor treating a canning factory

effluent. Water S.A. 24: 1147-1152.

- Wang, L., Zhou, Q. and Li, F. T. (2006). Avoiding propionic acid accumulation in the anaerobic process for biohydrogen production. Biomass and Bioenergy 30: 177-182.
- Wu, K. J. and Chang, J. S. (2007). Batch and continuous fermentative production of hydrogen with anaerobic sludge entrapped in a composite polymeric matrix. Process Biochemistry 42: 279-284.
- Yilmazer, G. and Yenigun, O. (1999). Two-phase anaerobic treatment of cheese whey. Water Science and Technology 40(1): 289-295.
- Zhang, H., Bruns, M. A. and Logan, B. E. (2006). Biological hydrogen production by *Clostridium acetobutylicum* in an unsaturated flow reactor. Water Research 40: 728-734.
- Zhang, Z. P., Tay, J. H., Show, K. Y., Yan, R., Liang, D. T., Lee, D. J. and Jiang, W. J. (2007). Biohydrogen production in a granular activated carbon anaerobic fluidized bed reactor. International Journal of Hydrogen Energy 32: 185-191.



ภาคผนวก

วิธีการคำนวณ

การคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความเข้มข้นของแก๊ส

จากผลการวิเคราะห์เครื่องแก๊สโครมาโตกราฟฟี จะได้พื้นที่ใต้กราฟมาโดยที่เราจะนำพื้นที่ใต้กราฟมาหาเปอร์เซ็นต์ความเข้มข้นของแก๊ส โดยเทียบกับพื้นที่ใต้กราฟของแก๊สมาตรฐานดังตัวอย่างนี้

วันที่ 23 พฤศจิกายน 2549 (วิเคราะห์ทั้งหมด 3 ซ้ำ)

ตารางผนวกที่ 2 ตัวอย่างพื้นที่ใต้กราฟที่ใช้ในการคำนวณหาปริมาณแก๊ส

| ชนิดของแก๊สมาตรฐาน | เปอร์เซ็นต์ความเข้มข้นของแก๊สมาตรฐาน | พื้นที่ใต้กราฟแก๊สมาตรฐาน | พื้นที่ใต้กราฟแก๊สตัวอย่างในถังปฏิกรณ์ยูเอเอสบีที่ 1 (ถังผลิตไฮโดรเจน ชุดที่ 1) |
|--------------------|--------------------------------------|---------------------------|---|
| ไฮโดรเจน | 4.03 | 714 | 4921,4432,4524 |
| ไนโตรเจน | 5.01 | 22134 | 46861,44507,43310 |
| คาร์บอนไดออกไซด์ | 5.01 | 33898 | 660839,653812,668679 |

จากตารางจะได้พื้นที่ใต้กราฟแก๊สตัวอย่างในถังปฏิกรณ์ยูเอเอสบีที่ 1 (ชุดที่ 1) ซ้ำที่ 1 เท่ากับ 4921 และ พื้นที่ใต้กราฟแก๊สมาตรฐาน เท่ากับ 714 เทียบกับเปอร์เซ็นต์ความเข้มข้นของแก๊สมาตรฐานจะได้

เปอร์เซ็นต์ของแก๊สไฮโดรเจนเทียบกับแก๊สไฮโดรเจนมาตรฐาน เท่ากับ

$$\frac{4921}{714} \times 4.03 = 27.77539 \%, 25.01535\%, 25.53462\%$$

$$\text{เฉลี่ย} = 26.1085 \%$$

เปอร์เซ็นต์ของแก๊สไนโตรเจนเทียบกับแก๊สไนโตรเจนมาตรฐาน เท่ากับ

$$\frac{46861}{22134} \times 5.01 = 0.72054 \%, 0.68434 \%, 0.66594\%$$

$$\text{เฉลี่ย} = 0.6903 \%$$

เปอร์เซ็นต์ของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เทียบกับแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์มาตรฐาน

$$\text{เท่ากับ } \frac{660839}{33898} \times 5.01 = 97.66958\%, 96.63101\%, 98.82830\%$$

$$\text{เฉลี่ย} = 97.7096\%$$

การคำนวณหาจำนวนโมลรวมของแก๊ส

ปริมาตรรวมของก๊าซทั้งหมดในวันนี้ เท่ากับ 1250 มิลลิลิตร

จากสูตรการหาจำนวนโมล จะได้ $n_i = \frac{PV}{RT}$

โดยที่ P คือ ความดันบรรยากาศ เท่ากับ 1 atm

V คือ ปริมาตรแก๊สที่เก็บได้ต่อวัน

R คือ ค่าคงที่แก๊ส เท่ากับ $0.082054 \text{ L.atm.mol}^{-1}.\text{K}^{-1}$

T คือ อุณหภูมิห้องเท่ากับ 298°K

แทนสมการจะได้

$$n_i = \frac{1\text{atm} \times 1250\text{ml} \times 1\text{L}}{0.082054\text{L.atm.mol}^{-1}.\text{K}^{-1} \times 298^\circ\text{K}^{-1} \times 1000\text{mL}}$$

$$= 0.0511 \text{ mol}$$

จะได้จำนวน โมลรวม ในถังปฏิกรณ์ยูเอเอสบีถึงที่ 1 (ถังผลิตไฮโดรเจน ชุดที่ 1) เท่ากับ 0.0511 โมล

การคำนวณหาจำนวนโมลของแก๊ส

จากเปอร์เซ็นต์ความเข้มข้นแก๊สไฮโดรเจน(เฉลี่ย)ที่ได้ข้างต้นนำมาคูณกับจำนวนโมลรวมที่ได้จะได้เท่ากับ

$$\frac{26.1085}{100} \times 0.0511 = 0.0133 \text{ โมลไฮโดรเจน}$$



ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวภนิตา เกษมโชติช่วง เกิดเมื่อวันที่ 14 ตุลาคม พ.ศ. 2526 ที่จังหวัดชลบุรี จบ การศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น และมัธยมศึกษาตอนปลาย สายวิทยาศาสตร์ จากโรงเรียน ชลกันยานุกูล อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี และได้รับปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชา วิทยาศาสตร์ทั่วไป จากคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ในปีการศึกษา 2547 และเข้า ศึกษาต่อในระดับปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2548 และสำเร็จการศึกษาชั้นปริญญาวิทยาศาสตร มหาบัณฑิต ในภาคปลายปีการศึกษา 2549