รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

ขนิษฐา แสงงาม,รติมา ครุวรรณเจริญ, สมภพ เหลืองกังวานกิจ และศิวาพร ลงยันต์. 2541. ปัญหาการเพาะเลี้ยงกุ้งกุลาดำในปัจจุบัน. รายงานการสัมมนาปริญญาโท : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (เอกสารไม่ตีพิมพ์)

คมสัน ลีลาคหกิจ. 2541. สถานการณ์การผลิตและการตลาดกุ้งกุลาดำในปี 2540. วิชาการปริทัศน์ 6 ฉบับที่ 6/15 (มิถุนายน 2541) : หน้า 8-12.

คณิต ไชยาคำ และยงยุทธ ปรีดาลัมพะบุตร. 2537. แนวทางการป้องกันเพื่อลดผลกระทบที่มีต่อสิ่งแวดล้อมจากการพัฒนาการเลี้ยงกุ้งกุลาดำแบบพัฒนา. สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

ดวงดาว สุขจิตต์ และจินตนา จันทร์ศิริวิไลกุล. 2539. การทำลายสารประกอบอินทรีย์ที่คงทนในน้ำเสียโดยใช้โอโซน. โครงการวิจัย : ภาควิชาเคมีเทคนิค คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. (เอกสารไม่ตีพิมพ์)

ดุสิต ตันวิไลย, พุทธ ส่องแสงจินดา และคณิต ไชยาคำ. 2536. ปริมาณมลสารทั้งหมด ที่ปลดปล่อยออกจากบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำแบบพัฒนา. สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งจังหวัดสงขลา.

ทวี จินตธรรม. 2539. ปัญหาการส่งออกผลิตภัณฑ์กุ้งทะเล. วารสารการประมง ปีที่ 49 ฉบับที่ 6 (พฤศจิกายน-ธันวาคม 2539) : หน้า 557-565.

นันทริกา อิศรศักดิ์ ณ อยุธยา, จิรศักดิ์ ตั้งตรงไพโรจน์ และวีณา เคยพุดซา. 2532. ปริมาณแบคทีเรียในน้ำและอัตรารอดของกุ้งกุลาดำวัยอ่อนในการเพาะเลี้ยงโดยระบบปิดผ่านก๊าซโอโซนแบบหมุนเวียน. ประมวลประชุมทางวิชาการ เรื่อง โรคใหม่ที่ทำความเสียหายในกุ้งกุลาดำ. หน้า 55-63. ศูนย์วิจัยโรคสัตว์น้ำ คณะสัตวแพทย์ศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นันทริกา อิศรศักดิ์ ณ อยุธยา, จิรศักดิ์ ตั้งตรงไพโรจน์, วีณา เคยพุดซา, วรพงษ์ วงษ์สำราญ และสุจิตรา แซ่ตัน. 2532. การศึกษาผลทางแบคทีเรียของน้ำทะเลที่ผ่านก๊าซโอโซน : แนวทางการนำไปใช้ในฟาร์มเพาะฟักกุ้งกุลาดำ. ประมวลประชุมทางวิชาการ เรื่องโรคใหม่ที่ทำความเสียหายในกุ้งกุลาดำ. หน้า 39-54. ศูนย์วิจัยโรคสัตว์น้ำ คณะสัตวแพทย์ศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นิรชา วงษ์จินดา. 2537. การใช้โอโซนในการกำจัด *Vibrio vulnificus*. รายงานการสัมมนาวิชาการประจำปี 2537. หน้า 168-177. กรมประมง.

บัญญัติ สุขศรีงาม. จุลชีววิทยาทั่วไป. พิมพ์ครั้งที่ 3. วังบูรพา กรุงเทพฯ. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์. (ม.ป.ป.).

บริษัท ไทยยูเนี่ยน อควา โปรดักส์ (ประเทศไทย) จำกัด. เทคโนโลยีโอโซน. (ม.ป.ป. และ ม.ป.ท.).

เปี่ยมศักดิ์ เมนะเศวต. 2539. แหล่งน้ำกับปัญหามลพิษ. พิมพ์ครั้งที่ 7 ฉบับแก้ไขเพิ่มเติม. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พัชรินทร์ ฉัตรประเสริฐ. 2541. ผลกระทบจากการทำนากุ้งต่อสิ่งแวดล้อม. รายงานการสัมมนาปริญญาโท : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. (เอกสารไม่ตีพิมพ์)

พัฒนี จันทรโรทัย. 2536. แนวทางการใช้เวชภัณฑ์และเคมีสำหรับสัตว์น้ำ. วารสารการประมง ปีที่ 46 ฉบับที่ 5: หน้า 431-434.

พิพัฒน์ เวฬุคามกุล. 2541. อิทธิพลของความเค็มและระดับของโปรตีนต่อการจัดสรรพลังงานของกุ้งกุลาดำ *Penaeus monodon* ในระยะวัยรุ่น. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยจุฬาลงกรณ์.

มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์ และไพพรรณ พรประภา. 2539. การจัดการคุณภาพน้ำและการบำบัดน้ำเสียในบ่อเลี้ยงปลา และสัตว์น้ำอื่นๆ. เล่มที่ 1. ฉบับพิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

ยงยุทธ ปรีดาลัมพะบุตร, เพิ่มศักดิ์ เพิงมาก, พุทธ ส่องแสงจินดา, ศุภโชค สุวรรณมณี และ วิชาญ ชูสุวรรณ. 2532. การเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำแบบพัฒนา. สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง จังหวัดสงขลา.

โรคกุ้ง. 2536. ฟาร์มมิ่ง ปีที่ 1 ฉบับที่ 7 : หน้า 9-51.

วีณา เคยพุดซา, จิรศักดิ์ ตั้งตรงไพโรจน์ และนันทริกา อิศรศักดิ์ ณ อยุธยา. 2532. การศึกษาคุณภาพน้ำทะเลทางฟิสิกส์-เคมี เมื่อผ่านการเติมก๊าซโอโซนในระบบปิดหมุนเวียน. ประมวลประชุมทางวิชาการ เรื่องโรคใหม่ที่ทำความเสียหายในกุ้งกุลาดำ. หน้า 64-67. ศูนย์วิจัยโรคสัตว์น้ำ คณะสัตวแพทย์ศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ศิริรักษ์ เนตรรัตนะ. 2539. การวิเคราะห์เงื่อนไขที่เหมาะสมสำหรับการใช้ก๊าซโอโซนในการฆ่าเชื้อโรคที่ศูนย์บริการโลหิตแห่งชาติ สภากาชาด. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สถาบันวิจัยทรัพยากรทางน้ำ. 2534. การเพาะเลี้ยงกุ้งทะเลกับปัญหาสิ่งแวดล้อม. ประมวลประชุมวิชาการ เรื่อง ทรัพยากรสิ่งมีชีวิตทางน้ำครั้งที่ 3. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สมพิศ อยู่สุข. 2542. จุฬา ฯ ค้นพบ "โพรไบโอติก" พันธุ์ไทย ป้องกันโรคเรืองแสงในลูกกุ้งกุลาดำ. สัตว์น้ำ ปีที่ 11 ฉบับที่ 123 ประจำเดือนพฤศจิกายน : หน้า 27-32.

สมพิศ อยู่สุข. 2543. เราคือ "ไซโมจีนัส". สัตว์น้ำ ปีที่ 11 ฉบับที่ 128 ประจำเดือนเมษายน : หน้า 57-61.

สว่าง ไหวพริบ. 2532. โรคกุ้งกุลาดำ. Panaeus monodon Fabricius ในบ่อเลี้ยง. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2539. มาตรฐานระบบการจัดการสิ่งแวดล้อมสากล ISO 14000 แนวปฏิบัติและผลกระทบต่อภาคอุตสาหรรมในประเทศไทย โครงการจัดการสิ่งแวดล้อมอุตสาหกรรม. สภาอุตสาหกรรม แห่งประเทศไทย : หน้า 48-54.

สุเมธ ชวเดช. 2541. การพัฒนากระบวนการออกซิเดชั่นโอโซนสำหรับการบำบัดน้ำเสีย. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต วิทยาลัยปิโตรเลียมและปิโตรเคมี บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อนันต์ ตันสุตะพานิช. 2541. การเลี้ยงกุ้งกุลาดำระบบใหม่ (รีไซเคิล ควบคู่กับการปลูกสวน-ป่า) โดยใช้โอโซนและออกซิเจนทดแทนยา สารเคมี และจุลินทรีย์. สถานีเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งจังหวัดเพชรบุรี กองเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง กรมประมง.

เอกชัย จิตต์รุ่งเรืองสันติสุข. 2538. การออกแบบเครื่องมือเพื่อกำจัดการปนเปื้อนด้วยแบคทีเรียและฟังกัสในระบบการเตรียมส่วนประกอบโลหิต. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ภาษาอังกฤษ

Adam, C. D. , Fusco, W. and Kanzelmeyer, T. C. 1995. Ozone, Hydrogen peroxide/Ozone Treatment of Chromium and Copper–Complex Dyes : Decolorization and Metal Release. Ozone Science and Engineering vol. 17 : pp 149-162.

American Public Health Association (APHA). 1976. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 14th ed. Washington DC.

American Public Health Association (APHA). 1992. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 18th ed. Washington DC.

Arimoto, A. ,Sato, J. , Maruyama, K. ,Mimura, G. and Furusawa, I. 1996. Effect of chemical and physical treatments on the inactivation of striped jack nervous necrosis virus (SJNNV). Aquaculture 143 : pp 15-22.

Arturo, L. Tapas, Jr. 1988. Ozone as Disinfection. A thesis submitted in partial fulfillment of the requirements for the Degree of Master of Engineering Asian Institute of Technology Bangkok, Thailand.

Avault, J. W. 1978. Bacteria aisinfection in shellfish hatchery disease control. Ninth Annual Meeting World Mariculture Society. Atlanta, Georgia.

Blogoslawski, W. J. and Steward, M. E. 1977. Marine application of ozone water treatment. Forum on Ozone Disinfection. New York. International Ozone Institute, Syracuse, pp 266-276.

Blogoslawski, W. J. , Steward, M. E. and Rhodes, E. W. 1978. Bacterial disinfection in shellfish hatchery disease control. Ninth Annual Meeting World Mariculture Society. Atlanta, Georgia. pp 589-602.

Blogoslawski, W. J. , Thurberg, F. P. and Dawson, M. A. 1973. Ozone inactivation of a *Gymnodinium breve* Toxin. Water Research Pergamon Press vol. 7 : pp1701-1703.

Chen, J. and Chin, T. 1988. Aquaculture. 69. Cited in คณิต ไชยาคำ และยงยุทธ ปรีดาลัมพะบุตร. แนวทางป้องกันเพื่อลดผลกระทบที่มีต่อสิ่งแวดล้อม จากการพัฒนาการเลี้ยงกุ้งกุลาดำแบบพัฒนา. สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง กรมประมง, 2537.

Chau, Chung-Sing Lewis. 1991. Removal of organic trace substances by a combined process of ozonation with hydrogen peroxide and followed by GAC adsorption. A thesis submitted in partial fulfillment of the requirements for the Degree of Master of Engineering Asian Institute of Technology Bangkok, Thailand.

Coin, L. , Gomella, C. ,Hannoun, C. and Trimoreau, J. L. 1964. La Press Medicale Vol. 72 No. 34. Cited in Rosenthal, H. Symposium on new developments in the Utilization of heated effluents and of recirculation systems for intensive aquaculture. 1980.

Colberg, P. J. and Lingg, A. J. 1978. Effect of Ozonation on Microbial Fish Pathogen, Ammonia, Nitrate, Nitrite and BOD in Simulated Reuse Hatchery Water. J. Fish. Res. Board Can 35 : pp 1290-1296.

Dore, M. 1997. The Role of Ozone in Advance Oxidation Processes. Franco-Thai Symposium New Advances in Water and Wastewater Treatments. pp 13-27. Chulalongkorn University, Bangkok Thailand.

Forchtman, E. G. , Rice, K. G. and Browning, M. E. (eds). 1977. Forum on ozone disinfection. Syracuse, N. Y. : Proceedings of the International Ozone Institute 8.

Hill, A. G. and Rice, R. G. Ozone technology. (n.d. and n.p.).

Jacobsen, P. , Liltved, H. and Efraimsen, H. 1989. Disinfection of effluent from fish slaughteries. Aquacultural Engineering 8 : pp 209-216.

Kinman, R. N. 1975. Analysis of ozone : fundamental principles Proc. Intern. Symp. On ozone for water and wastewater treatment. Cited in นันทริกา อิศรศักดิ์ ณ อยุธยา, จิรศักดิ์ ตั้งตรงไพโรจน์ และวีณา เคยพุดซา. ประมวลประชุมทางวิชาการ เรื่อง โรคใหม่ที่ทำความเสียหายในกุ้งกุลาดำ. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2532.

Legeron, J. P. Ozone for drinking water treatment. Fouras France. (n.d.).

Liltved, H. , Hektoen, H. and Efraimsen, H. 1995. Inactivation of bacterial and viral pathogens by ozonation or UV irridation in water of different salinity. Aquacultural Engineering 14 : pp 107-122.

Lin, S. H. and Yeh, K. L. 1993. Looking To Treat Wastewater? Try Ozone. Chemical Engineering : pp 112-116.

Majumdar, S. B. and Sproul, O. T. 1974. Technical and economic aspects of water and wastewater ozonation : a critical review. Water Research 8 : pp 253-260.

Margaret, A. D. , Frederick, P. T. , Walter, J. B. , John, J. S. and Ikawa, M. 1976. Inactivation paralytic shellfish poison by ozone treatment. Food drugs from the sea Conf. Marine technology Society, Washington D. C.

Masten, Susan, J. , Davis, and Simon, H. R. 1994. The use of Ozonation to degrade organic contaminants in wastewater. Environ. Sci. Technol vol. 28 no. 4 : pp 182A-186A.

Matsumura, M. , Migo, V. P. , Balobalo, D. , Young, H. K. and Albaladejo, J. D. 1998. Preservation of water quality in shrimp ponds by ozone. In Flegel TW (ed) Advances in shrimp biotechnology. National Center for Genetic Engineering and Biotechnology, Bangkok : pp 93-99.

Menasveta, P. 1980. Effect of ozone treatment on the survival of shrimp larvae reared in closed recirculating water systems. Thai Fish Gaz 33 (6) : pp 677-683.

Merck Ltd. 1998. Chlorine Dioxide/Chlorine/Ozone Test. No. 522. Darmatadt Germany.

Millamena, O. M. 1992. Ozone treatment of Slaughter house and Laboratory wastewaters. Aquacultural Engineering 11 : pp 23-31.

Otte, G. , Hilge, V. and Rosenthal, H. 1977. Effect of Ozone on Yellow Substances Accumulated in a Recycling System for Fish Culture. Fisheries Improvement Committee, C. M. 1977/E : 27 : pp 2-13.

Paulesu, L. , Luzzi, E. and Bocci, V. 1991. Studies on the biological effects of ozone; induction of tumor necrosis factor in human leucocytes. Lymphokine Cytkine Res Vol. 10 : pp 409-412.

Rengpipat, S. ,Phianphak, W. ,Piyatiratitivorakul, S. and Menasveta, P. 1998. Effect of a probiotic bacterium on black tiger shrimp *Penaeus monodon* survival and growth. Aquaculture 167 : pp 301-313.

Riquelme, C. , Araya, R. , Vergara, N. , Rojas, A. , Guaita, M. and Candia, M. 1997. Potential probiotics strains in the culture of the Chilean scallop *Argopecten purpuratus* (Lamarck, 1819). Aquaculture 154 : pp 17-26.

Riquelme, C. , Hayashida, G. , Araya, R. , Uchida, A. , Satomi, M. and Ishida, Y. 1996. Isolation of a native bacterial strain from the Scallop *Argopecten purpuratus* with inhibitory effects against pathogen Vibrios. Journal of Shellfish Research Vol. 15 No. 2 : pp 369-374.

Rosenthal, H. 1980. Ozonation and Sterilization . Symposium on new developments in the Utilization of heated effluents and of recirculation systems for intensive aquaculture. European Inland Fisheries Advisory Commission. Eleven Session : pp 1-75. Norwey

Roustan, M. 1997. Ozone Use in a Drinking water treatment plant. Franco-Thai Symposium New Advances in Water and Wastewater Treatments : pp 28-41. Chulalongkorn University, Bangkok Thailand.

Rueter, J. and Johnson, R. 1995. The use of ozone to improve solids removal during disinfection. Aquacultural Engineering 14 : pp 123-141.

Schute, P. , Bayer, A. , Kuhn, F. , Luy, T. and Volkmer, M. 1995. H_2O_2/O_3, H_2O_2/UV and H_2O_2/Fe^{2+} Processes for the Oxidation of Hazardous Wastes. Ozone Science and Engineering vol. 17 : pp 119-134.

Schneider, K. R. , Steslow, F. S. , Sierra, F. S. , Rodrick, G. E. and Noss, C. I. 1990. Ozone disinfection of *Vibrio vulnificus* in a artificial seawater. Ozone: Sci. Eng. Vol. 12 no. 4 : pp 423-436.

Shechter, H. 1972. Spectrophotometric method for determination of ozone in aqueous solutions. Water Research Vol. 7 : pp 729-739.

Spotte, S. 1979. Seawater aquariums. The captive environment. New York/Chichester: John Wiley and Sons 21.

Smith, A. 1999. Effects of Ozone Concentration on Human Blood Cells. Senior Capstone Thesis Southern Oregon State Collage. http://www.o3zone.com/ozoneser/articles/008.htm.

Strickland, J. D. H. and Parsons, Y. R. 1972. A Practical Handbook of Seawater Analysis. 2th ed. Ottawa : Bullentin 167.

Strong, C. , et al. 1999. Achieving Sustainable High Yields in Shrimp Pond Culture Using Water Recycling and Ozone Treatment. pp 1-10. Pollution Control Department , Thailand.

Towles, J. 1998. The technology of Ozone in the oxidation of organic compounds. http://www.ozonated.com/tcofozin.html..

Trukhacheva, T. ,V. , Gavrilov, V. B. , Malama, G. A. and Astakhov, V. A. 1993. Microbiology Vol. 61 No. 4. Cited in นิรชา วงษ์จินดา. รายงานการสัมมนาวิชาการประจำปี 2537. กรมประมง, 2537.

Wedemeyer, G. A. and Nelson, N. C. 1977. Survival of two bacterial pathogens (*Aeromonas salmonicida* and the Enteric Redmouth Bacterium) in ozonated, chlorinated and untreated waters. J. Fish. Res. Board. Can. Vol. 34 : pp 429-433.

Wedemeyer, G. A. , Nelson, N. C. and Yasutake, W. T. 1979. Physiology and biochemical aspects of ozone to Rainbow Trout (*Salmo gairdneri*). J. Fish. Res. Board Canada vol. 36(6) : pp 605-614.

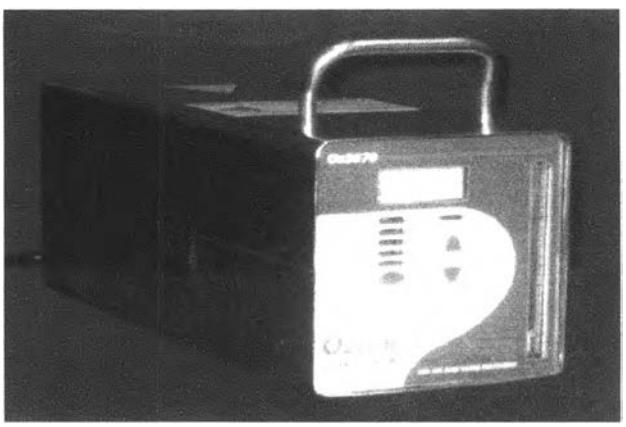
YANCO INDUSTRIES LTD. 1998. What is Ozone?. http://www.o3zone.com/ozoneser/articles/001.html..

Yang, P. P. W. and Chen, T. C. 1979. Stability of ozone and its germicidal properties on poultry meat microorganisms in liquid phase. J. Food Sci. Vol. 44 : pp 501-504.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

เครื่องผลิตโอโซน



ภาพผนวกที่ 1 เครื่องผลิตโอโซนขนาดกำลังผลิต 2 กรัม/ชม. (Ozone Generator)

รายละเอียดเครื่องผลิตโอโซน (SPECIFICATION)

Ozone SPECIFICATION

1. Model OZ 3050
2. Capacity 2000 mg/hrs.
3. Flow Rate (Dry Air at 27 °C) 5-10 L/M

ELECTRICAL SPECIFICATION

Power Control Unit 25 W.

- Aux Max 1 KW.\

Line Current Control Unit 250 mA.

- Aux Max 7 Amp.

Line Voltage 210 ~ 230 VAC 50 HZ

Fuse 10 Amp.

GENERAL SPECIFICATION

Operating Temperature 0-40 $^{\circ}$ C

Indoor Use

Dimension W 14.5 cm. L 23 cm. H 14.5 cm.

Casing Stanless Steel

Microprocessor Control Code MCU 143198

<u>วิธีวิเคราะห์ปริมาณความเข้มข้นของโอโซนที่ผลิตได้จริง</u>

Iodometric method (APHA, 1976)

Reagent

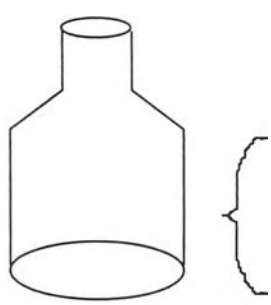
1. 2% Potassium iodide reagent : Dissolve 20 g of KI into 800 ml distilled water make 1 litre.
2. 2 N of H_2SO_4 : Dissolve 56 ml of concentrate H_2SO_4 in 944 ml of distilled water.
3. 0.005 N Sodium thiosulfate : prepare from 0.1 N sodium thiosulfate

   Dissolve 12.5 g of $Na_2S_2O_3$ into 500 ml distilled water (boiled and cool down first).

   Add 2 g of sodium tetraborate and 5 mg of mercuric iodide into the solution.

   To make 0.005 N $Na_2S_2O_3$: dilute 0.1 N $Na_2S_2O_3$ 50 ml make 1 litre
4. Standardise 0.1 N $Na_2S_2O_3$ with potassium dichromate after 2 weeks storage of 0.1 N $Na_2S_2O_3$ on shelf (allowing full oxidising reaction to complete).

   Dissolve 4.904 g of $K_2Cr_2O_7$ in 1 L distilled water (make approximately 1 N).



80 ml distilled water

1 ml H_2SO_4

10 ml of 0.1 N K_2Cr_2O

mix thoroughly and then leave in the dark for 6 min before titrating with 0.1 $Na_2S_2O_3$

$$\text{Normality of } Na_2S_2O_3 = \frac{1}{\text{ml of } Na_2S_2O_3 \text{ consumed}}$$

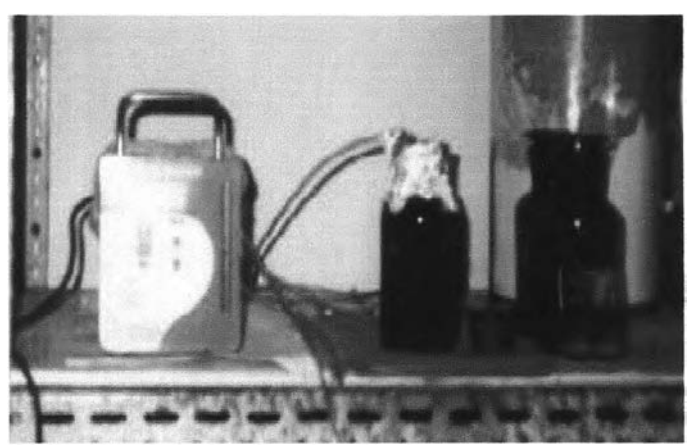
5. Starch indicator solution : grind 0.2 g/H_2O 10 ml or 0.1 g/H_2O 5 ml boiled distilled water ⟶ stir well.

Methods

1. The ozone outlet will be connected to a 500 ml washing bottle, containing either 200 ml or 200 ml of 2% KI solution.
2. 40 ml of treated KI solution will be measured and acidified with 1 ml of 2 N H_2SO_4
3. Titrate with 0.005 N of $Na_2S_2O_3$ until the yellow colour of the solution almost disappear.
4. Add 1 ml of starch indicator into the solution. Continue titrating until the sample turn clear.

$$\text{Ozone concentration} = \frac{\text{ml titrant} \times \text{normality of } Na_2S_2O_3 \times 24{,}000}{\text{ml of sample}}$$

<u>รูปแบบการทดลองวัดปริมาณความเข้มข้นโอโซน</u> (Iodometric method)



<u>ภาพผนวกที่ 2</u> การวิเคราะห์ปริมาณความเข้มข้นโอโซนผลิตสุทธิ (TOO) โดยใช้สารละลายโพแทสเซียมไอโอไดด์

ภาคผนวก ข

วิธีหาอัตราการบริโภคออกซิเจน

อุปกรณ์และสารเคมี

1. เครื่อง Gilson differential respirometer รุ่น IGR 20 Respirometer ของบริษัท Gilson medical electronics
2. สารละลาย 10% โซเดียมไฮดรอกไซด์

วิธีการ

1. เปิดเครื่องแล้วตั้งอุณหภูมิของ incubator ไว้ที่ระดับที่ต้องการ ทิ้งไว้ประมาณ 1 ชั่วโมง
2. นำสัตว์ทดลองใส่ลงใน Gilson chamber ที่มีน้ำอยู่ 45 ml โดยใส่ chamber ละ 1 ตัว
3. นำ NaOH 10 % ใส่ลงใน side arm ของ Gilson chamber ประมาณ 4-5 หยด ปิดฝาและประกอบเข้ากับตัวเครื่อง
4. นำ Gilson chamber ที่มีสัตว์ทดลองอยู่ลงใน incubator แล้วปล่อยให้สัตว์ทดลองอยู่อย่างปกติเป็นเวลา 1 ชั่วโมง โดยเปิด valve ที่ micrometer ไว้
5. เมื่อครบ 1 ชั่วโมง ปิด valve หลังจากนั้นทุกๆ 15 นาที ปรับความดันที่ micrometer และอ่านค่าเป็นเวลา 1 ชั่วโมง โดย 15 นาทีแรกไม่นำค่าที่อ่านได้มาใช้

วิธีคำนวณ

ค่าของ micrometer ที่อ่านได้มีหน่วยเป็นไมโครลิตร นำค่าที่ได้ไปคูณกับค่าคงที่ C โดยหาค่า C ได้จาก

$$C = \frac{(273) * (Pb)}{(t + 273) * (760)}$$

เมื่อ

t = อุณหภูมิในขณะทำการทดลอง

Pb = ค่าความกดอากาศที่กดอากาศที่อ่านได้จากเครื่อง barometer เป็นมิลลิเมตรของปรอท

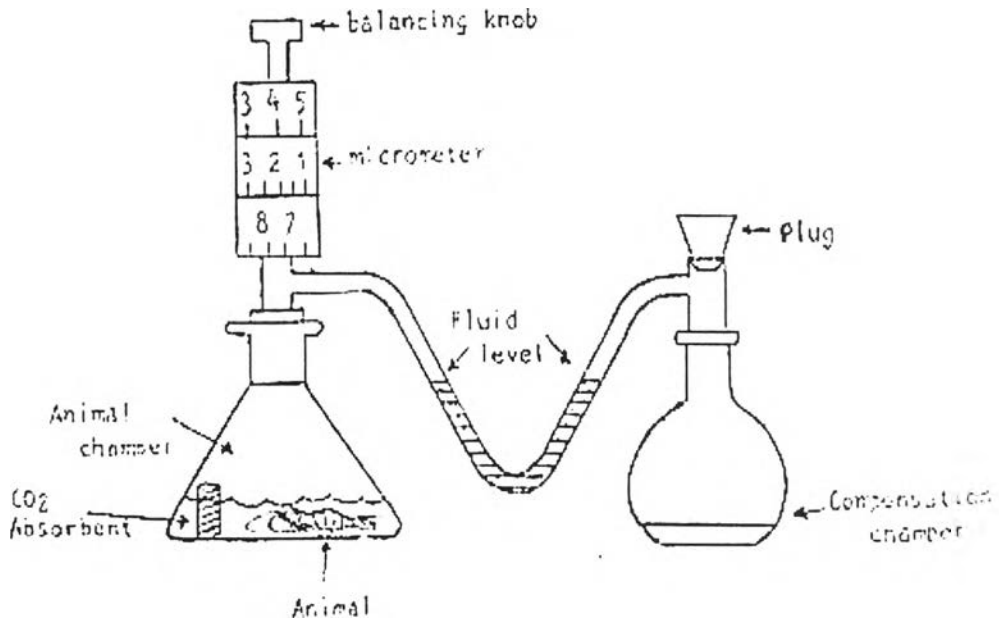
เมื่อได้ค่าคงที่แล้วสามารถหาค่าอัตราการบริโภคออกซิเจนได้จาก

$$k = C * h \quad ; \text{ไมโครลิตร/ชม.}$$

เมื่อ h = ค่าที่อ่านได้จาก micrometer

ค่าอัตราการบริโภคออกซิเจนที่ได้มีหน่วยเป็น ไมโครลิตร/ชม.

(พิพัฒน์, 2541)



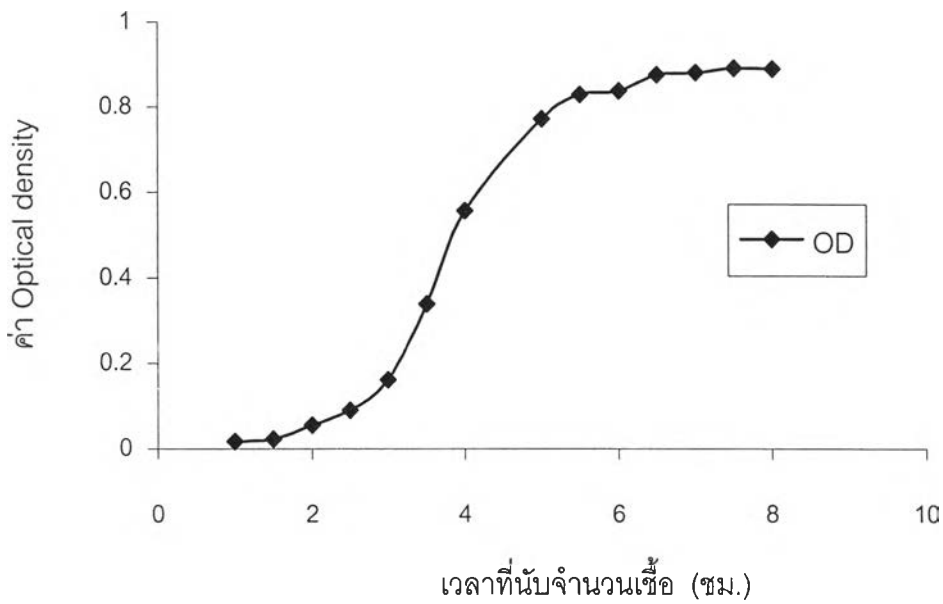
ภาพผนวกที่ 3 การวัดอัตราการบริโภคออกซิเจนของสัตว์น้ำ

ภาคผนวก ค

กราฟมาตรฐานการเจริญเติบโตของเชื้อ *Vibrio harveyi* สายพันธุ์ D331

วิธีทำ

เตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อเหลว โดยการผสมอาหารผง BHI 2.775 กรัม กับโซเดียมคลอไรด์ 2.25 กรัม และน้ำกลั่น 75 มล. ลงในขวดแก้วฝาปิดขนาด 250 มล. เขย่าอาหารผสมให้เข้ากัน แล้วนำไปผ่านการฆ่าเชื้อในตู้ Autoclave ที่อุณหภูมิ 121 °C นาน 15 นาที จากนั้นเขี่ยเชื้อ *V.harveyi* สายพันธุ์ D331 ลงในอาหาร BHI ขวดที่ 1 แล้วนำเชื้อไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 °C นาน 16 ชม. ดูดอาหารเหลว BHI 1 ม.ล.จากอาหารผสมเชื้อขวดที่ 1 ลงในอาหารเลี้ยงเชื้อ BHI ขวดที่ 2 วัดค่า Optical Density (OD) ของอาหารเลี้ยงเชื้อในขวดที่ 2 ทุกครึ่งชั่วโมง จนครบ 24 ชม. โดยเทียบกับ blank (อาหารเลี้ยงเชื้อ BHI ขวดที่ 3 ที่ไม่มีเชื้อปะปนอยู่) โดยใช้เครื่อง Spectrophotometer ที่ค่าความยาวคลื่น 660 นาโนเมตร จดบันทึกและนับจำนวนเชื้อด้วยอาหารเลี้ยงเชื้อ TCBS ผลที่ได้นำมาสร้างกราฟมาตรฐานการเจริญเติบโต ดังนี้ (ภาพผนวกที่ 4)

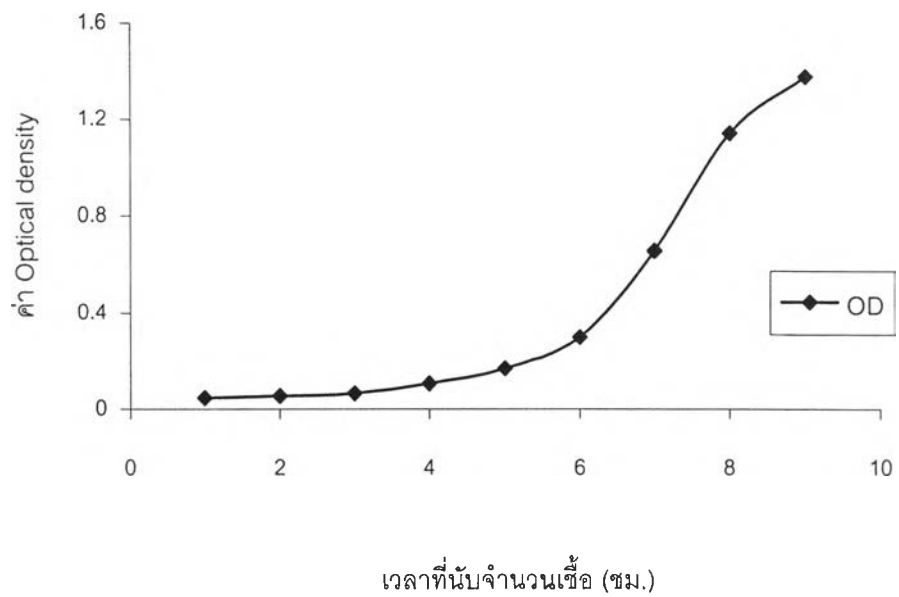


ภาพผนวกที่ 4 กราฟมาตรฐานการเจริญเติบโตของเชื้อ *V.harveyi* สายพันธุ์ D331

กราฟมาตรฐานการเจริญเติบโตของเชื้อ *Bacillus sp.* สายพันธุ์ S 11

วิธีทำ

เขี่ยเชื้อ *Bacillus sp.* สายพันธุ์ S11 ลงในอาหารเลี้ยงเชื้อเหลว BHI ขวดที่ 1 ซึ่งเตรียมจากอาหารผง BHI 2.775 กรัม ผสมโซเดียมคลอไรด์ 2.25 กรัม และน้ำกลั่น 75 มล.ในขวดแก้วฝาปิดขนาด 250 มล. และผ่านการฆ่าเชื้อในตู้ Autoclave ที่อุณหภูมิ 121 °C 15 นาที นำอาหารผสมเชื้อดังกล่าวมาเขย่าด้วย shaker นาน 16 ชม. เนื่องจากเชื้อ *Bacillus* S11 เจริญเติบโตได้ดีในสภาวะที่มีก๊าซออกซิเจน เมื่อครบ 16 ชม. ดูดอาหารผสมเชื้อจากขวดที่ 1 ปริมาตร 1 มล. ใส่ลงในอาหารเลี้ยงเชื้อเหลว BHI ขวดที่ 2 นำมาเขย่าและวัดค่า Optical Density (OD) ทุกชั่วโมงด้วยเครื่อง Spectrophotometer ที่ค่าความยาวคลื่น 660 นาโนเมตร จดบันทึกและนับจำนวนเชื้อด้วยอาหารเลี้ยงเชื้อ NA ผลที่ได้นำมาสร้างกราฟมาตรฐานการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียได้ดังนี้ (ภาพผนวกที่ 5)



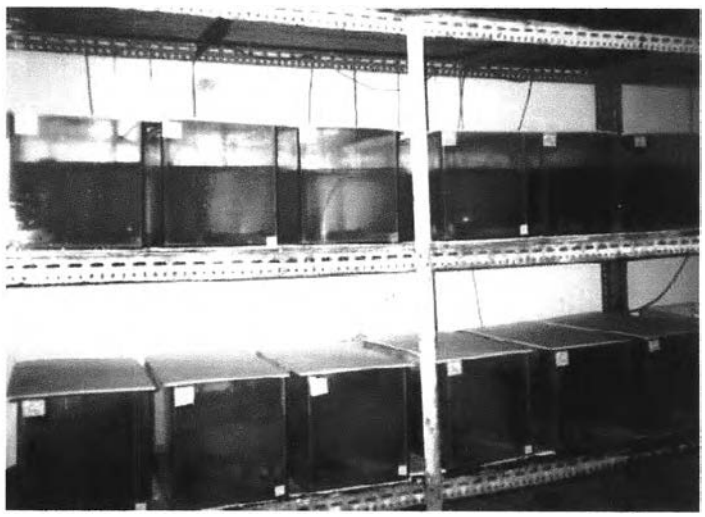
ภาพผนวกที่ 5 กราฟมาตรฐานการเจริญเติบโตของเชื้อ *Bacillus sp.* สายพันธุ์ S 11

วิธีเตรียมอาหารโพรไบโอติก

อาหารโพรไบโอติกเตรียมได้จาก การผสมอาหารเม็ดสำหรับกุ้งที่ขายในท้องตลาด 7.5 กรัม กับเซลล์เชื้อ *Bacillus* S11 ปริมาณ 2.5 กรัม ที่ได้จากการปั่นแยกเซลล์เชื้อออกจากอาหารเลี้ยงเชื้อเหลว BHI ปริมาตร 400 มล. ซึ่งผ่านการให้ก๊าซออกซิเจนโดยนำไปเขย่าด้วย shaker นาน24 ชม. ด้วยเครื่อง Centrifuge ที่ความเร็ว 8,000 รอบ/ 15 นาที อัตราส่วนระหว่างเซลล์เชื้อกับอาหารเม็ดธรรมดาจึงเท่ากับ 1 : 3

ภาคผนวก ง

รูปแบบการทดลอง เรื่อง *In vivo* study



ภาพผนวกที่ 6 รูปแบบการทดลองเลี้ยงกุ้งกุลาดำระยะวัยรุ่นด้วยอาหารเม็ดธรรมดาและอาหารโพรไบโอติก

ตารางผนวกที่ 1 ค่าคุณภาพน้ำในการเลี้ยงกุ้งกุลาดำวัยรุ่นตลอดระยะ 1 เดือน

กลุ่มทดลอง	A		B		C		D	
ซ้ำ	1	2	1	2	1	2	1	2
สัปดาห์ที่ 1								
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	27	26.8	26	26.9	28	27	27.1	27
ค่าความเป็นกรด-ด่าง	7.78	7.72	7.73	7.67	7.74	7.54	7.77	7.67
แอมโมเนียม-ไนโตรเจน (มก./ลิตร)	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
ไนไตรต์-ไนโตรเจน (มก./ลิตร)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
สภาพด่าง (มก./ลิตร)	119	119	102	102	102	119	102	119
สัปดาห์ที่ 2								
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	26.5	27	26	27	27	26.9	26.9	27
ค่าความเป็นกรด-ด่าง	7.69	7.28	7.71	7.36	7.12	7.40	6.91	7.53
แอมโมเนียม-ไนโตรเจน (มก./ลิตร)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
ไนไตรต์-ไนโตรเจน (มก./ลิตร)	1	1	1	1	1	1	1	1
สภาพด่าง (มก./ลิตร)	170	170	187	170	119	119	85	170

(ต่อ) ตารางผนวกที่ 1 ค่าคุณภาพน้ำในการเลี้ยงกุ้งกุลาดำวัยรุ่นตลอดระยะ 1 เดือน

กลุ่มทดลอง	A		B		C		D	
ซ้ำ	1	2	1	2	1	2	1	2
สัปดาห์ที่ 3								
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	27.5	27	27	27	27	27	27	27
ค่าความเป็นกรด-ด่าง	7.08	7.28	7.20	7.41	7.35	7.29	7.28	7.36
แอมโมเนียม-ไนโตรเจน (มก./ลิตร)	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
ไนไตรต์-ไนโตรเจน (มก./ลิตร)	8	8	8	8	8	8	8	8
สภาพด่าง (มก./ลิตร)	102	102	102	102	102	102	102	102
สัปดาห์ที่ 4								
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	27	26.8	26.9	26.8	26.8	27	27	27
ค่าความเป็นกรด-ด่าง	7.65	7.80	7.68	7.76	7.70	7.84	7.66	7.71
แอมโมเนียม-ไนโตรเจน (มก./ลิตร)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
ไนไตรต์-ไนโตรเจน (มก./ลิตร)	6	5	5	5	5	5	5	5
สภาพด่าง มก./ลิตร)	170	170	170	119	153	170	119	170

หมายเหตุ : บ่อ A_1, A_2 คือ กลุ่มควบคุมที่เลี้ยงด้วยอาหารเม็ดธรรมดา

บ่อ B_1, B_2 คือ กลุ่มโอโซนที่เลี้ยงด้วยอาหารเม็ดธรรมดา

บ่อ C_1, C_2 คือ กลุ่มควบคุมที่เลี้ยงด้วยอาหารโพรไบโอติก

บ่อ D_1, D_2 คือ กลุ่มโอโซนที่เลี้ยงด้วยอาหารโพรไบโอติก

<u>ตารางผนวกที่ 2</u> ความแตกต่างทางสถิติของจำนวนกุ้งจากกลุ่มควบคุม ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (การทดลอง เรื่อง *In vivo* study)

ANOVA

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F ที่คำนวณได้	P-value	F จากตาราง
ความแตกต่างระหว่างชนิดของอาหาร	4.5	1	4.5	18	0.013236	7.70865
ความแตกต่างระหว่างวิธีการ	4.5	1	4.5	18	0.013236	7.70865
ปฏิกิริยาร่วมระหว่างชนิดอาหารและวิธีการ	2	1	2	8	0.047421	7.70865
ภายในชนิดอาหารและวิธีการ	1	4	0.25			
Total	12	7				

Duncan's New Multiple Range Test

$$W_r = q_{\alpha\,(r,\,N-k)} \sqrt{(MS_w / n)}$$

A B C D

หมายเหตุ : A คือ กลุ่มควบคุมที่เลี้ยงด้วยอาหารเม็ดธรรมดา

B คือ กลุ่มโอโซนที่เลี้ยงด้วยอาหารเม็ดธรรมดา

C คือ กลุ่มควบคุมที่เลี้ยงด้วยอาหารโพรไบโอติก

D คือ กลุ่มโอโซนที่เลี้ยงด้วยอาหารโพรไบโอติก

——— หมายถึง มีความแตกต่างระหว่าง 2 กลุ่มทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ประวัติผู้เขียน

นางสาวกัญญาจิต โล่ภิญโญสิริ เกิดวันที่ 27 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2519 ที่กรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาปริญญาตรีวิทยาศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เมื่อปีการศึกษา 2540