

# Light Intensity Distribution in a Microalgal Photobioreactor and Its Effect on Growth of Tetraselmis Chui

李俊毅、余世宗

E-mail: 386743@mail.dyu.edu.tw

## ABSTRACT

In this study, light intensity distribution in a cylindrical photobioreactor was examined for cultures of Tetraselmis Chui by measuring light intensity in situ in the photobioreactor. Simulation for effects of light intensity, biomass concentration and radius of cylindrical photobioreactor on growth were investigated using a Haldane growth model for cultures of Tetraselmis Chui. Major events as following: (1) Biomass concentration and radius of a cylindrical photobioreactor affect light intensity inside the reactor. It was shown that Beer's law could be applied to the attenuation of light intensity for cultures of Tetraselmis Chui. The absorption coefficient of light intensity was 0.663 L / g . cm obtained from results. Light intensity was hardly affected by biomass concentration as the optical density of culture below 0.5. (2) The growth rate of Tetraselmis Chui increased with the increase in light intensity in the range from 2000 to 5000 Lux. Growth inhibition was observed as the light intensity greater than 20000 Lux. The growth rate became saturated as the light intensity close to 10000 Lux.

Keywords : Tetraselmis Chui、 photobioreactor、 light intensity distribution、 Beer's law

## Table of Contents

封面內頁 簽名頁 中文摘要	iii 英文摘要
iv 誌謝	v 目錄
vi 圖目錄	ix 表目錄
xi 第一章 緒論 1.1 研究緣起	1 1.2 研究目的
3 第二章 文獻回顧 2.1 藻類 ( algae ) 的介紹	4 2.2 藻類生理特性
6 2.3 微藻的生長規律	9 2.4 影響微藻生長的因子
10 2.4.1 光源	10 2.4.2 碳源
2.4.3 溫度	14 2.4.4 酸鹼值
15 2.4.6 攪拌	16 2.5 光合作用的簡介
19 第三章 實驗材料與方法 3.1 藻種來源	16 2.6 光強度
26 3.2 培養基的配方與製備	26 3.3 實驗設備與材料
28 3.3.2 實驗設備與器材	29 3.4 實驗裝置
31 3.5 分析方法	34 3.5.1 藻體乾重的量測
35 3.5.3 照度值的檢量線數圖	34 3.5.2 藻液生質濃度的檢量線數圖
37 3.5.4 生質濃度與光學密度值的換算	38 3.5.5 照度值與電阻值的換算
38 3.6 研究架構	39 3.7 實驗因子的界定與安排
41 3.6.1 固定因子	41 3.6.2 實驗變因
42 3.7 光分佈模式的模擬	43 3.7.1 動力生長模式與相關計算
44 第四章 結果與討論 4.1 光分佈的實驗	43 3.7.2 圓柱狀光生物反應器的光分佈模式
46 4.1.1 藻液濃度對光分佈的影響	44 4.1.2 半徑距離對光分佈的影響
49 4.1.3 藻液深度對光分佈的影響	51 4.2 生長相關的模擬
53 4.2.2 藻液生質濃度的生長趨勢模擬	53 4.2.1 值
58 4.2.4 反應器內徑的生長趨勢模擬	56 4.2.3 光源初始光強度的生長趨勢模擬
60 第五章 研究結論與建議 5.1 研究結論	60 5.2 建議
67 參考文獻	68

## REFERENCES

1. 王進琦, 基礎微生物學, 藝軒圖書出版社, pp.217-241, 台北, 1986
2. 田宮博、渡?篤, 藻類??法, 南江堂, pp.24-104, 東京, 1965
3. 吳季穎, 微藻生長模式建立與模擬, 大葉大學環境工程研究所碩士論文, pp.39-40, 彰化, 2012
4. 杜姿瑩、華傑, 產業用菌種市場潛力-細菌與藻類, 財團法人食品工業發展研究所, pp.87-89, 新竹, 1992
5. 李涵茵, 我國燃料進口源分散, 確保長期煤源供應安全 - 國內

外煤炭供需情勢分析，能源報導2012年10月號，pp.25-28，台北，2012 6. 東港生技研究中心，周氏扁藻外觀，行政院農業委員會-水產試驗所全球資訊網 -- 東港生技研究中心，<http://www.tfrin.gov.tw/user/organ/images/tb3p18.jpg>，屏東，1999 7. 徐明光，台灣的淡水浮游藻（I）- 通論及綠藻（1），國立台灣博物館，pp.1-30，台北，1999 8. 徐振豐、張睿昇、周立進、楊力橋，澎湖的海藻與生活應用，澎湖縣政府文化局，pp.17-20，澎湖，2011 9. 張義宏，利用本土性小球藻固定二氧化碳之技術開發，國立台灣大學農業化學研究所博士論文，pp.34-36，台北，2001 10. 許建雄，以無機碳為碳源培養周氏扁藻- 培養條件對生長之影響，大葉大學環境工程研究所碩士論文，pp.25-26，pp.47-50，彰化，2006 11. 陳明耀，生物餌料培養，水產出版社，pp.43-151，基隆，1997 12. 陳龍英，物理學（下），三民書局，pp.31-34，1988 13. 麥夢倫，建築環境科學，科技圖書股份有限公司，pp.104-116，台北，1990 14. 程信雄，以碳酸鈉與碳酸氫鈉為碳源於連續式光生化反應器培養周氏扁藻，大葉大學環境工程研究所碩士論文，pp.12-13，彰化，2006 15. 潘忠政，整合鹼液吸收及光合作用以固定二氧化碳反應器培養周氏扁藻，大葉大學環境工程研究所碩士論文，p.56，彰化，2002 16. 趙文榮、曾金成、陶申秋，餌料生物學—全，格致圖書有限公司，pp.78-81，台北，2002 17. 趙凱華、鍾錫華，光學，儒林圖書有限公司，pp.613-615，台北，1992 18. 蘇惠美，餌料生物之培養與利用，台灣省水產試驗所東港分所，pp.60-61，屏東，1999 19. Eriksen, N. T., The Technology of Microalgal Culturing, *Biotechnol Lett* 30:1525-1536, Netherlands, 2008 20. Fogg, G. E., Thake, B., *Algal Cultures and Phytoplankton Ecology*, Third Edition, The University of Wisconsin Press, pp.12-56, London, 1987 21. Gong, H., Tang, Y., Wang, J., Wen, X., Zhang, L., Lu, C., Characterization of Photosystem II in Salt-stressed Cyanobacterial *Spirulina Platensis* Cells, *Biochimica et Biophysica Acta* 1777:488-495, Netherlands, 2008 22. Hutchens, J. O., Growth of *Chilomonas Paramecium* in Mass Cultures, *Journal of Cellular and Comparative Physiology* 32:105-116, Philadelphia, 1948 23. IPCC, *Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Core Writing Team, Pachauri, R.K. and Reisinger, A. (Eds.), pp.36-41, Geneva, Switzerland, 2007 24. Knud-Hansen, C. F., *Pond Fertilization: Ecological Approach and Practical Applications*, Aquaculture Collaborative Research Support Program Oregon State University, pp.27-28, Oregon, 1998 25. Krist, G. O., Salinity Tolerance of Eukaryotic Marine Algae, *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology* 41:21-53, California, 1990 26. Lavens, P., Sorgeloos, P., *Manual on the Production and Use of Live Food for Aquaculture*, Food and Agriculture Organization of the United Nations, pp.10-14, Ghent, Belgium, 1996 27. Masojidek, J., Koblížek, M., Torizillo G., Photosynthesis in Microalgae, *Handbook of Microalgal Culture: Biotechnology and Applied Phycology*:20-33, UK, 2004 28. Mazzuca Sobczuk, T., Garcia Camacho, F., Camacho Rubio, F., Acien Fernandez, F. G., Molina Grima, E., Carbon Dioxide Uptake Efficiency by Outdoor Microalgal Cultures in Tubular Airlift Photobioreactors, *Biotechnology and Bioengineering* 67:465-475, New Jersey, 1999 29. McCree, K. J., Photosynthetically active radiation, *Encyclopedia of Plant Physiology* 12a:41-55, Berlin, 1981 30. Parker, S. P., *Optics Source Book*, McGRAW-HILL BOOK COMPANY, pp.185-187, New York, 1988 31. Pedrotti, F. L., Pedrotti, L. S., *Introduction to Optics*, Prentice-Hall, Inc., pp.9-13, New Jersey, 1987 32. Richmond, A., Principles for Attaining Maximal Microalgal Productivity in Photobioreactors: An Overview, *Hydrobiologia* 512(1-3):33-37, 2004 33. Taiz, L., Zeiger, E., *Plant Physiology* 3rd edition, Sinauer Associates, pp.111-190, Sunderland, 2002 34. Walne, P. R., *Culture of Bivalve Molluscs. 50 Years' Experience at Conway*, England: Fishing News Ltd., p.173, 1974 35. Yang, R. D., Humphrey A. E., Dynamic and Steady State Studies of Phenol Biodegradation in Pure and Mixed Cultures, *Biotechnology and Bioengineering* 17:1211-1235, 1975