

# 微藻於鹼性培養液固定二氧化碳之研究 = Study on fixation of Carbon Dioxide by microalgae in basic cultures

王學倫、余世宗

E-mail: 9901218@mail.dyu.edu.tw

## 摘要

本研究先從水樣中選出耐鹼性的微藻株，再於含有碳酸氫鈉或碳酸鈉的培養液中培養，用以模擬微藻生長於二氧化碳鹼性吸收液的環境，並以批次培養方式，探討培養液之起始pH值及CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>總濃度對微藻生長及殘餘碳的影響。在光照強度一萬lux的條件下，批次培養起始pH分別為7.3、8、9、10；起始CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>總濃度為0.036及0.072。起始CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>總濃度為0.036莫耳時，碳利用效率隨著pH起始值增加碳利用效率也跟著增加，最高值在pH值為9的時候平均每日可以消耗145.63毫克的CO<sub>2</sub>，最低的則是pH起始值為10這組，平均每日消耗63.37毫克的CO<sub>2</sub>，最高生質濃度也是出現在起始pH值為9的時候，每升培養液中藻體的濃度最高可達每升0.831克。而在CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>總濃度為0.072莫耳的條件之下，培養液中的藻體濃度會下降，pH值的變化也較平緩，碳消耗量最大的是pH起始值為7，平均每日可消耗173.23毫克的CO<sub>2</sub>，最低的則是pH起始值為9，平均每日消耗133.20毫克的CO<sub>2</sub>，而生質濃度最大的一組則是pH起始值為7.3，每升藻液中藻體有0.865克。

關鍵詞：二氧化碳；消耗量；碳酸鈉

## 目錄

第一章 序論	1	
1.1 研究起源	1	
1.2 研究目的與內容	1	
第二章 文獻回顧	3	
2.1 溫室效應	3	
2.1.2 溫室氣體	4	
2.2 二氧化碳處理技術	4	
2.2.1 化學二氧化碳固定法	5	
2.2.2 生物二氧化碳固定法	6	
2.2.3 物理二氧化碳固定法	7	
2.3 微藻與藻類	9	
2.4 擬球藻	11	
2.5 影響微藻之生長因子	11	
2.5.1 光	12	
2.5.2 溫度	13	
2.5.3 二氧化碳	13	
2.5.4 鹽度	14	
2.5.5 酸鹼值	14	
2.5.6 營養鹽	15	
2.5.7 攪拌	16	
2.5.8 溶氧濃度	17	
2.6 藻類的培養方式	17	
第三章 實驗材料與方法	21	
3.1 實驗流程	21	
3.2 實驗材料與設備	3.2.1 實驗藻種	22
3.2.2 實驗材料	23	
3.2.3 培養基配置	24	
3.3 藻類篩選方法	26	
3.4 連續光照式光生化反應器培養設備	28	
3.5 實驗設計	39	
3.6 比生長速率與生長速率	30	
3.7 轉化率	31	
3.8 分析方法	31	
第四章 結果與討論	36	
4.1 CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> 當量濃度0.036莫耳不同起始pH值之培養液生質濃度變化	36	
4.2 CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> 當量濃度0.036莫耳不同起始pH值之培養液酸鹼值變	37	
4.3 CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> 當量濃度0.036莫耳不同起始pH值之培養液溶氧變化	38	
4.4 CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> 當量濃度0.036莫耳不同起始pH值下培養液餘碳率變化	39	
4.5 CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> 當量濃度0.072莫耳pH起始值不同之培養液生質濃度變化	40	
4.6 CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> 當量濃度0.072莫耳pH起始值不同之培養液酸鹼值變化	41	
4.7 CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> 當量濃度0.072莫耳pH起始值不同之培養液溶氧變化	42	
4.8 CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> 當量濃度0.072莫耳pH起始值不同之培養液餘碳量變	43	
4.9 培養液起始pH值為7.3不同CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> 當量濃度之比較	44	
4.10 培養液起始pH值為8不同CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> 當量濃度之比較	46	
4.11 培養液起始pH值為9不同CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> 當量濃度之比較	48	
4.12 培養液起始pH值為10不同CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> 當量濃度之比較	50	
4.13 在不同CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> 當量濃度下平均比生長速率以及生長速率之變化	52	
4.14 每日平均碳消耗量比較	57	
第五章 實驗結論與建議	59	
5.1 結論	59	
5.2 建議	60	
參考文獻	62	

## 參考文獻

1. 李文哲，2006，以高溫高鹼環境培養微藻固定模擬吸收塔之吸收液中二氧化碳之研究，成功大學環境工程學系碩士論文，台南。
2. 吳俊宗，1998，海洋初級生產力，國際海洋年系列報導。
3. 林榮芳、黃檀溪，2002，比較耐熱性小球藻異營生長之特性，師大學報：數位科技類，47（1），pp.31-40。
4. 林義璋，2008，以NaHCO<sub>3</sub>為碳源連續培養Tetraselmis Chui，大葉大學環境工程學系碩士論文，彰化。
5. 徐恆文，2007，二氧化碳的捕獲與分離，科學發展月刊，413期，pp.24-27。
6. 張睿昇，2003，台灣沿海的藻類，生物多樣性研習營，pp.1-7。
7. 張國軒，2009，以回流式光生化反應器探討碳酸氫鈉濃度及藻液循環量對周氏扁藻生長之影響，大葉大學環境工程學系碩士論文，彰化。
8. 陳飛鵬，2008，以NaHCO<sub>3</sub>為碳源連續培養Tetraselmis Chui，大葉大學環境工程學系碩士論文，彰化。
9. 黃大仁，2003，二氧化碳減量技術，工業污染防治月刊，88期，pp.123-134。
10. 葉俊良，2006，在光生化反應器中以二階段策略培養微藻生產油脂之研究，成功大學化學工程學系碩士論文，台南。
11. 農業工程研究中心，2005，水中鹼度檢測作業方法標準作業程序，灌溉水質複檢技術手冊。
12. 廖得玲，2002，微藻基因分析與刑事鑑識應用之探討，中山大學海洋生物研究所碩士論文，高雄。
13. 鄭俊明、劉清雲，微藻產業，科學發展月刊，415期，pp.34-40。
14. 潘建成，2007，二氧化碳分離與回收技術。
15. 謝惠南，2009，以連續式光生化反應器探討光強度及碳酸氫鈉濃度對周氏扁藻生長之影響，大葉大學環境工程學系碩士論文，彰化。
16. 顧洋，2005，危機就是轉機，二氧化碳的處理技術簡介，能源報導，2005年10月，pp.5-7。
17. 蘇美惠，1999，餌料生物之培養與利用，台灣水產試驗所，台北。
18. Apt, K.E, Behrens, P.W, (1999) Commercial developments in microalgae biotechnology. J. Phycol. 35 (2), pp.215-226.
19. Becker, E.W, (1994) Microalgae: biotechnology and microbiology. Cambridge University Press. UK. .pp.l. 20. Brown, P., (1996), " Global

Warming", Blandford London, pp.235. 21. Carvalho, AP., Malcata, FX. ( 2005 ) Optimization of omega-3 fatty acid production by microalgae: Crossover effects of CO<sub>2</sub> and light intensity under batch and continuous cultivation modes. *Mar. Biotechnol.* 7 ( 4 ) ,pp.381-388. 22. Chen, F. (1996) High cell density culture of microalgae in heterotrophic growth. *Trends Biotechnol.*, 14(11): 421-426. 23. Endo, T.,Schreiber, U., Asada, K. ( 1995 ) Suppression of quantum yield of photosystem- by hyperosmotic stress in *Chlamydomonas-reinhardtii*. *Plant Cell Physiol.* 36 ( 7 ) ,pp.1253-1258. 24. Fernandez, F.G.A., Sevilla, J.M.F., Perez, J.A.S., E.M., Chisti, Y. ( 2001 ) Chen, F. ( 1996 ) High cell density culture of microalgae in heterotrophic growth. *Trends Biotechnol.* 14 ( 11 ) ,pp , 421-426. 25. Grima, E.M., Belarbi, E.H., Fernandez, F.G.A., Medina, A.R., Caisti, Y. ( 2003 ) Recovery of microalgal biomass and metabolites: process options and economics. *Biotechnol. Adv.* 20 ( 7-8 ) ,pp.491-515. 26. Hoshida, H.,Ohira, T; Minematsu, A., Akada, R., Nishizawa, Y. ( 2005 ) Accumulation of eicosapentaenoic acid in *Nannochloropsis* sp. In response to elevated CO<sub>2</sub> concentrations. *J.Appl. Phycol.* 17 ( 1 ) ,pp. 29-34. 27. Hu, Q., Guterman, H., Richmond, A., (1996) A flat inclined modular photobioreactor for outdoor mass cultivation of photoautotrophs. *Biotechnol. Bioeng.*, 51(1),pp. 51-60. 28. Jeong, M.I.L., Gillis, J.M., Hwang, J.Y. ( 2003 ) Carbon dioxide mitigation by microalgal photosynthesis. *Bull. Korean Chem. Soc.* 24 ( 12 ) ,pp. 1763-1766. 29. Laliberte, G., Delanoue, J. ( 1993 ) Autotrophic, heterotrophic, and mixotrophic growth of *chlamydomonas-humicola* ( chlorophyceae ) on acetate. *J. Phycol.* 29 ( 5 ) ,pp.612-620. 30. Maruyama I., Nakamura T., Matsubayashi T., Ando Y., Maeda T. ( 1986 ) Identification of the alga known as marine chlorella as a member of the Eustigmatophyceae. *Japanese Journal of Phycology* 31. Masojidek, J., Koblizek, M., Torzillo, G. (2004) Photosynthesis in microalgae. In: Richmond A, editor. *Handbook of Microalgal Culture: Biotechnology and Applied Phycology*. Blackwell Science. UK. ,pp.20-33. 32. Pulz, O. (2001) Photobioreactors: production systems for phototrophic microorganisms. *Appl. Microbiol. Biotechnol.*, 57(3),pp.287-293. 33. Renaud,S.M., Thinh,L.V., Lambrinidis,G.,Parry,DL, ( 2002 ) Effect of temperature on growth, chemical composition and fatty acid composition of tropical Australian microalgae grown in batch cultures. *Aquaculture* 211 ( 1-4 ) ,pp. 195-214. 34. Richmond,AE. ( 1986 ) Microalgaculture. *Crit. Rev. Biotechnol.* 4 ( 4 ) ,pp. 369-438. 35. Rocha, J.M.S., Garcia, J.E.C., Henrigues, M.H.F., ( 2003 ) Growth aspects of the marine microalga *Nannochloropsis gaditana*. *Biomol. Eng.* 20 ( 4-6 ) ,pp.237-242. 36. Rubio, F.C., Fernandez, F.A.G., Pineda, J.A.S., Camacho, FG., Grima, E.M. (1999) Prediction of Dissolved Oxygen and Carbon Dioxide Concentration Profiles in Tubular Photobioreactors for Microalgal Culture, *Biotechnol Bioeng*, 62,pp.71-86. 37. Sato, T., Usui, S., Tsuchiya, Y. and Kondo, Y. (2006) Invention of outdoor closed type photobioreactor for microalgae. *Energy Conv. Manag.*, 47(6): 791-799. 38. Sobczuk, T.M., Camacho, F.G., Rubio, FC., Fernandez, F.G.A., Grima, E.M. ( 2000 ) Carbon dioxide uptake efficiency by outdoor microalgal cultures in tubular airlift photobioreactors. *Biotechnol. Bioeng.* 67 ( 4 ) ,pp. 465-475. 39. Terry, K.L., Raymond, L.P.(1985) system design for the autotrophic production of microalgae, *Enzyme Microb. Technol.* 7 ( 10 ) ,pp. 474-487. 40. Turpin, D.H. ( 1991 ) Effect of inorganic N availability on algal photosynthesis and carbon metabolism. *J. Phycol.* 27 ( 1 ) :14-20. 41. Wen, Z.Y., Chen, F. ( 2003 ) Heterotrophic production of eicosapentaenoic acid by microalgae. *Biotechnol. Adv.* 21 ( 4 ) ,pp.273-294. 42. Zittelli, G.C., Pastorelli, R., Tredici, M.R. ( 2000 ) A Modular Flat Panel Photobioreactor ( MFPP ) for indoor mass cultivation of *Nannochloropsis* sp. under artificial illumination. *J. Appl. Phycol.* 12 ( 3-5 ) ,pp.521-526.