

Modeling Growth of Microalgae and Simulation for Cultivation

吳季穎、余世宗

E-mail: 364784@mail.dyu.edu.tw

ABSTRACT

Microalgae is a great potential for green energy. The supply of carbon dioxide is one of the key factors for cultivation of microalgae. Sodium hydrogen carbonate could be used as the carbon source for growth of microalgae. In this study, sodium hydrogen carbonate was used as the only carbon source in medium without sterilization for cultures of *Nannochloropsis* sp. It has been shown that *Nannochloropsis* sp. was able to grow using sodium hydrogen carbonate as the only carbon source in medium. The biomass concentration of culture of *Nannochloropsis* sp. was up to 1 g/L. Major events for the study as following : (1) In the six combinations, the culture with 12 g/L of sodium hydrogen carbonate and 0.3 g/L of sodium nitrate in medium had the highest biomass concentration and volumetric productivity for *Nannochloropsis* sp. (2) The kinetic growth model with inhibition effect for was established with sodium hydrogen carbonate as the major substrate for cultures of *Nannochloropsis* sp. Growth inhibition was observed as the concentration of sodium hydrogen carbonate greater than 5 g/L (0.06 M). (3) The absorption coefficient of 0.215 OD-1cm⁻¹ in Beer's model was determined for cultures of *Nannochloropsis* sp. Using the Monod growth kinetics and the fourth order Runge-Kutta method to simulate for cultivation of growth curve, as well as the carbon source consumption curve. The initial carbon source concentration and yield affected the biomass production. The maximum specific growth rate and half saturation constant affected the growth rate. For better light distribution, the biomass concentration was not too high, in order to avoid light shielding. The absorption coefficient affected the range of light.

Keywords : photobioreactor、*Nannochloropsis* sp.、specific growth rate

Table of Contents

目錄 第一章 緒論 1 1.1 研究動機 1 1.2 研究目的與內容 2 第二章 文獻資料 4 2.1 微藻光生物反應器 4 2.1.1 管狀光生物反應器 4 2.1.2 平板式光生物反應器 5 2.1.3 圓柱型光生物反應器 6 2.1.4 光纖光生物反應器 7 2.1.5 新型光生物反應器 8 2.1.6 塑膠桶及塑膠袋式光生物反應器 10 2.2 微藻生長模式 13 2.2.1 微藻生長週期 13 2.2.2 微藻的生長模式 15 2.3 微藻生長限制因子 17 2.3.1 光源 17 2.3.2 碳源 19 2.3.3 氮源 20 2.3.4 溫度 21 2.3.5 培養基成分 22 2.3.6 pH 23 第三章 研究流程與方法 24 3.1 研究流程與架構 24 3.2 實驗材料 26 3.2.1 藻種來源 26 3.2.2 培養基配方 27 3.2.3 培養設備 30 3.2.4 相關實驗設備 31 3.2.5 實驗藥品 32 3.3 藻體乾重的測定方法 34 3.4 微藻培養模式之動力生長 35 3.4.1 批次培養模式 35 3.4.2 模擬數值方法 37 3.5 光分布模式建立 39 第四章 結果與討論 41 4.1 不同碳源濃度對擬球藻生長之影響 41 4.1.1 不同碳酸氫鈉與硝酸鈉添加量對擬球藻生長之影響 41 4.1.2 比生長速率與碳酸氫鈉濃度之生長動力模式建立 46 4.2 光強度的測量 50 4.3 批次培養下限制因子對微藻生長之影響 53 4.3.1 不同起始生質濃度 53 4.3.2 不同起始碳源濃度 55 4.3.3 不同最大比生長速率 57 4.3.4 不同碳源飽和常數 59 4.3.5 不同產率 61 4.4 光源分布的模擬 64 4.4.1 不同微藻濃度之光分布 64 4.4.2 不同光照強度之光分布 66 4.4.3 不同光之比吸收係數之光分布 68 第五章 結論與未來展望 70 5.1 結論 70 5.2 未來展望 71 參考文獻 72

REFERENCES

- 1.王智昱, 2007, 發光二極體 LED 於螺旋藻培養的應用, 中興大學化學工程學系碩士論文, 台中。
- 2.林志生、邱聖壹, 2010, 光生物反應器於微藻培養之研究與產業化的進展, 農業生技產業季刊, NO22, pp.44-51。
- 3.林哲毅, 2008, 以微藻生產生質柴油之未來發展, 能源報導, p11。
- 4.李昱?、齊祥明、劉文中、陳昱, 2010, 帶波紋隔板的平板式光生物反應器流動特性, 過程工程學報, 第10卷第5期, pp 849-855。
- 5.李文哲, 2006, 以高溫高鹼度環境培養微藻固定模擬吸收塔之吸收液中CO₂之研究, 成功大學環境工程學系碩士論文, 台南。
- 6.李志勇、郭祀遠、李琳、蔡妙顏, 微藻養殖中的新型光生物反應系統, 海湖鹽與化工, 第27卷第2期, pp.14-17。
- 7.李建宏、曾昭琪, 1999, 杜氏藻生物技術, 微藻生物技術, 中國輕工業, pp.153-155。
- 8.沈萍, 2003, 微生物學, 五南圖書, pp. 167-181。
- 9.沈宜蓉, 2010, 微藻減碳 打造綠色世代新紀元, 源雜誌, pp. 4-13。
- 10.柯勇, 2003, 現代微生物學, 藝軒圖書, pp.197-199。
- 11.胡鴻均, 1999, 微藻生態學, 微藻生物技術, 中國輕工業, pp.38-54。
- 12.洪志瑞, 2007, 油質性微藻培養於新型光生化反應器之研究, 成功大學化學工程學系碩士論文, 台南。
- 13.范繼中、林呈翰, 2009, 利用微藻產製生質柴油, 行政院農業委員會水產試驗所電子報。
- 14.孫利芹、史磊、王長海, 2009, 平板式光生物反應器在餌料微藻中的應用, 深層海水知識服務平台 http://www.dow.org.tw/learning_detial.php?learnId=91&level0_id=7&level1_id=21&level2_id=0
- 15.高宜廷, 2001, 新型光生化反應器之開發與其單細胞藻類培養上的應用, 清華大學化學工程研究所碩士論文, 新竹。
- 16.郭寶江、唐玫, 1999, 用工業化生產的微藻 螺旋藻

, 微藻生物技術, 中國輕工業, pp.103-143。 17.陳曉薇、陳茂景, 2008, 「微」小世界的無限潛能—台電公司在微藻減碳技術的發展, 能源報導, pp.8-10。 18.陳志威、吳文騰, 2002, 生生不息的生質能源, 科學發展, 第359期, pp.8-11。 19.陳振正、邱俊彥、廖少威、賴文亮, 2009, 藻類產製生質柴油, 科學發展, 第438期, pp.12-17。 20.陳茂景, 2010, 太陽能光電、LED照明應用於微藻養殖介紹, 台灣電力公司綜合研究所。 21.陳俊延, 2006, 以創新光生物反應器設計與發酵策略促進光發酵產氫效能, 成功大學化學工程學系博士論文, 台南。 22.陳芑, 2010, 從微小變為顯著 微藻引領第三代生質燃料發展, 能源報導, pp.23-26。 23.陳友剛, 2009, 數值方法, 碁峰資訊股份有限公司, pp.12-2 - 12-37。 24.張嘉修, 2012, 結合微生物發酵、光纖科技以及太陽能技術進行生質氫能之開發, <http://chicago.nsc.gov.tw/public/Attachment/74111042071.pdf> 25.張惟閔, 2005, 微藻培養於新型光生化反應器之系統開發, 清華大學化學工程研究所碩士論文, 新竹。 26.張富龍, 2005, 「藻」來好幫手 利用海洋微細藻類固定二氧化碳, 能源報導, p8。 27.張嘉修、陳博彥、陳文明、魏毓宏、吳建一、許世宜, 2010, 生化工程, 新文京開發, pp.107-124。 28.楊順發, 2012, 油價飆漲 尋「藻」新能源, 科技人文雜誌電子報, http://www.taichung-life.com.tw/?REQUEST_ID=cGFnZT1ib2FyZA==&BID=53 29.蔡明達, 2009, 微藻養殖生產油脂並利用微藻油脂產製生質柴油, 交通大學生物科技系碩士論文, 新竹。 30.劉智淵, 2008, 微藻減碳 溫室氣體減量的動人遠景, 台電月刊, pp.4-15。 31.劉清標、林良平, 2001, 利用小球藻*Chlorella vulgaris*去除養豬廢水中氮、磷及重金屬, 第二十六屆廢水處理技術研討會, 第二十六屆廢水處理技術研討會論文集, 高雄。 32.潘忠政, 2001, 整合鹼液吸收及光合作用以固定二氧化碳, 大葉大學環境工程碩士研究所碩士論文, 彰化。 33.鄭玟芬, 2008, 海洋微藻在氮源限制下固定CO₂與生質潛能組成之研究, 成功大學環境工程學系碩士論文, 台南。 34.謝慧南, 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式扁藻生長之影響, 大葉大學環境工程碩士研究所碩士論文, 彰化。 35.謝志鴻、吳文騰, 微藻 綠色生質能源, 科學發展, 第433期, pp.36-40。 36.闕壯群, 2009, 微藻類固碳工程, 科學發展, 第433期, pp.6-11。 37.蘇惠美, 1992, 細說擬球藻, 潮訊, 第39期, pp.10-11。 38.擬球藻外觀, 臺灣海洋生態資訊學習網, 2012, <http://study.nmmba.gov.tw/Modules/Biology/BioView.aspx?ItemID=1820&TabID=43>