

# 利用天然海水培養淡水中

## 綠藻～小球藻～的研究

### 國中組生物第一名

彰化縣立彰化國民中學

作者：黃美開·陳瑞昌  
李俊洲·顏丹鳳  
王瑾瑜·黃淑琪  
等十六名

指導老師：林 文 政



## 一、研究動機：

去年暑假老師帶我們到鹿港、王功一帶海邊郊遊，看到一大片土地（包括海埔新生地及廢鹽田）任其荒蕪實在可惜。回到學校黃同學問老師用什麼方法來解決那廣大土地的利用？老師告訴大家：在沿海附近，地表所含鹽分頗高，如欲栽培一般作物，需經洗鹽處理，費時耗資又大，如能就近取材，利用天然海水培養綠藻，則可達土地充分利用，於是老師再度帶我們到伸港鄉的溪流與大肚溪會合的出海處，採回了綠色的河水進行以天然海水培養綠藻的實驗。

## 二、實驗原理及目的：

綠藻原屬於淡水綠藻綱單細胞類，品種很多，為一重要自營性生物，光合能率很強，它能利用太陽光能，水和空氣中的二氧化碳而產生蛋白質，培養時菌體易於沈澱而腐敗，為防止沈澱需隨時加以攪拌。據分析綠藻的碳含量為51.4~72.6%，若在培養基中含充分的氮而使菌體蛋白質能超過50%則所需之碳含量只要50%即可，因此培養綠藻需供應碳源而供給何種碳源才能廉價的生產綠藻是為主要的問題。我們研究本實驗的目的如下：

- (一) 觀察各種海水濃度培養基中酸鹼性 (PH) 對綠藻 (小球藻) 生長的影響與藻體收成量的關係。
- (二) 觀察海水培養基中各種碳源與氮源對綠藻 (小球藻) 生長的影響與藻體收成量的關係。
- (三) 觀察水質中含銅離子、鐵離子對綠藻 (小球藻) 在培養基中生長與藻體收成量的關係。
- (四) 觀察天然有機肥 (豬糞肥) 之不同濃度對綠藻 (小球藻) 在培養基中生長與藻體收成量的關係。

## 三、實驗器材：

藥品：鹿港海面海水一桶 PH = 8.6、硫酸鎂、硝酸鉀、磷酸二氫鉀、硫酸鐵、硫酸銨、尿素、醋酸、醋酸鈉、硝酸鈉、硫酸銅、葡萄糖、氯化鈣、硫酸鋅、硼酸、硫酸錳、鎢酸

鈉、硝酸鎳、鉬酸鈉、硫酸鈷、洋菜粉、氫氧化鈉、鹽酸、檸檬酸、硝酸銨。

儀器：燒杯、三角瓶、試管、PHmeter、顯微鏡、培養皿、離心機、定溫箱、振盪培養器、棉花、高壓蒸氣、殺菌器、顯微鏡相機、通氣機、天平、廢注射瓶及針、濾紙、接種環。

#### 四、實驗方法：

(一)培養基的配置：綠藻與其他植物一樣，需要多種元素，綠藻培養液之成份與較高等植物之培養，並無顯著差別，仍須供給必需之氮、磷、鉀、硫、鎂、鈣及鐵。每升蒸餾水中加硫酸銨 2 g，磷酸二氫鉀 1 g，醋酸鈉 0.5 g，水楊酸 0.3 g，硫酸鎂 0.25 g，微量元素溶液 1 ml（微量元素含鈣 20 ppm，鐵 10 ppm，銅 4 ppm，鋅、硼、錳各 2 ppm，銅、鎢、鈷、鎳各 1 ppm）。

(二)綠藻（小球藻）之分離法：將取回之河海交界處（大肚溪下游處）綠色污水 PH = 7.4 以 1 ml 加入含 30 ml 培養基之 100 ml 三角瓶中，置於窗口附近能被日光照射到位置於溫室中靜置培養二星期後，再從中取 1 ml 以無菌水依次稀釋至能形成單獨菌落程度，然後在無菌箱中移植於平面培養基（將培養基添加 2 % 洋菜粉，按上述方法重複操作數次直至一個菌落來自一個細胞之純粹菌落為止，再將此種單獨菌落在無菌箱中分別移植接種於斜面培養基上，於室溫中以兩支 40W 日光燈培養後在 400 ~ 600 倍顯微鏡下觀察選擇小球藻保存於低溫地方以備使用。

(三)液體通氣培養：將綠藻分離後所得純粹斜面培養的小球藻於無菌箱內以接種環沾取 5 次置於經殺菌後之培養液每瓶 400 ml 以通氣機培養其順序為昇汞液（0.1 %）→ 無菌水 → 綠藻培養液。直至濃度綠色（約二星期）以光電比色計在波長 660 m $\mu$  測定其吸光度 1.5 即可接種於殺菌後之各種海水濃度培養基中。

(四)海水培養基之配製以蒸餾水調製成含 1 % 葡萄糖，再經六倍稀釋液然後以海水及蒸餾水按照各種比例配成各種含海水濃度之

不同海水培養基如下表：

表

成份	海水培養基種類						F 對照組
	A	B	C	D	E		
蒸餾水(ml)	0	10	20	30	40	50	
海水(ml)	50	40	30	20	10	0	
1%葡萄糖六倍稀釋液(ml)	10	10	10	10	10	10	
所含海水濃度%	83.3	66.6	50	33.3	16.6	0	

- 1 將上表各種不同海水濃度培養基配製後以1N氫氧化鈉(Na-OH)與1N鹽酸(HCl)分別調成PH 5, 6, 7, 8後, 再裝入三角瓶中以棉花塞緊瓶口置於高壓蒸氣殺菌器中在1 Kg / cm<sup>2</sup> 120°C, 經15分鐘殺菌後使用。
- 2 配製含碳濃度為0.1%, 0.5%, 1%, PH為5, 6, 7, 8之B與F液培養基其操作法與上法(1)相同。
- 3 配製含氮源濃度為0.1%, 0.5%, 1%, PH為5, 6, 7, 8之B與F液培養基其操作法與上法1相同。
- 4 配置含銅離子(硫酸銅)與鐵離子(硫酸第一鐵)濃度為10 ppm, 30 ppm, 50 ppm, PH為5, 6, 7, 8之B與F液培養基其操作方法與上法1相同。
- 5 以天然有機肥經兩星期醱酵豬糞配製濃度為0.1%, 0.05%, 0.01%, PH為5, 6, 7, 8之B與F液培養基其操作法與上法1相同。

(五)培養法與生長測定及藻體量之收取法：

- 1 將通氣培養液體之綠藻(小球藻)在無菌箱中接種於經殺菌後之各種海水濃度之培養基每瓶注入6ml(10%)後置於往復式振盪培養器中在98次/分, 二支100W鎢絲燈, 二支20W日光燈下以照明之溫度為30 ± 2°C, 每日馬達休息

2 小時。

2. 經五天後取出，把綠藻（小球藻）細胞分散置於洗淨並烘乾的測光管，以光電比色計在波長  $660\text{m}\mu$  下測出其吸光度變化情形以表示其生長度。

3. 將每瓶經光電比色計測定後之綠藻液置於離心管中以 3000 次/分離心機經 2~3 分後，取其沉澱藻體於濾紙上過濾，所得藻體經烘乾後再置於天平上稱量之即為每瓶培養後所得藻體量。

### 五、實驗結果：

(一) 各種海水濃度培養基中酸鹼性 (PH 值) 對綠藻 (小球藻) 生長度及藻體收穫量的數據。

酸 鹼 性	綠藻生長度 及藻體收成量	海水培養基種類					
		A	B	C	D	E	F
PH=5	吸光度 ( $660\text{m}\mu$ )	0.12	0.32	0.2	0.45	0.4	0.42
	藻體收成量 (g)	0.01	0.02	0.01	0.03	0.03	0.03
PH=6	吸光度 ( $660\text{m}\mu$ )	0.18	0.38	0.3	0.7	0.6	0.63
	藻體收成量 (g)	0.01	0.02	0.02	0.05	0.04	0.05
PH=7	吸光度 ( $660\text{m}\mu$ )	0.25	0.52	0.5	1.2	1.0	1.1
	藻體收成量 (g)	0.02	0.04	0.04	0.07	0.07	0.07
PH=8	吸光度 ( $660\text{m}\mu$ )	0.2	0.4	0.3	1.0	0.65	0.8
	藻體收成量 (g)	0.02	0.03	0.02	0.06	0.05	0.05

(二) 海水與淡水培養基中之各種碳源對綠藻 (小球藻) 生長度及藻體收穫量的數據。

表三 1 B 液添加醋酸

濃度 (%)	綠藻生長度 及藻體收成量	酸 鹼 度			
		PH=5	PH=6	PH=7	PH=8
0.1%	吸光度 (660 m $\mu$ )	0.01	0.2	0.52	0.4
	藻體收成量 (g)	0.01	0.01	0.04	0.03
0.5%	吸光度 (660 m $\mu$ )	0.1	0.35	1.1	0.6
	藻體收成量 (g)	0.01	0.03	0.07	0.04
1%	吸光度 (660 m $\mu$ )	0.08	0.3	0.9	0.55
	藻體收成量 (g)	0.01	0.02	0.06	0.04

表四 2 F 液添加醋酸

濃度 (%)	綠藻生長度 及藻體收成量	酸 鹼 度			
		PH=5	PH=6	PH=7	PH=8
0.1%	吸光度 (660 m $\mu$ )	0.07	0.22	0.9	0.6
	藻體收成量 (g)	0.01	0.02	0.06	0.04
0.5%	吸光度 (660 m $\mu$ )	0.1	0.37	1.2	1.1
	藻體收成量 (g)	0.01	0.03	0.07	0.07
1%	吸光度 (660 m $\mu$ )	0.09	0.35	1.0	0.8
	藻體收成量 (g)	0.01	0.02	0.07	0.05

表五 3. B 液添加葡萄糖

濃度 (%)	綠藻生長度及藻體收成量	酸性 PH			
		PH=5	PH=6	PH=7	PH=8
0.1%	吸光度 (660m $\mu$ )	0.1	0.17	0.35	0.3
	藻體收成量 (g)	0.01	0.01	0.02	0.02
0.5%	吸光度 (660m $\mu$ )	0.2	0.3	0.6	0.5
	藻體收成量 (g)	0.01	0.02	0.05	0.04
1%	吸光度 (660m $\mu$ )	0.15	0.28	0.55	0.47
	藻體收成量 (g)	0.01	0.02	0.04	0.04

表六 4. F 液添加葡萄糖

濃度 (%)	綠藻生長度及藻體收成量	酸性 PH			
		PH=5	PH=6	PH=7	PH=8
0.1%	吸光度 (660m $\mu$ )	0.15	0.28	0.38	0.32
	藻體收成量 (g)	0.01	0.02	0.03	0.02
0.5%	吸光度 (660m $\mu$ )	0.22	0.38	0.65	0.6
	藻體收成量 (g)	0.01	0.03	0.05	0.05
1%	吸光度 (660m $\mu$ )	0.18	0.35	0.58	0.52
	藻體收成量 (g)	0.01	0.02	0.04	0.04

表七 5. B液添加檸檬酸

濃度 (%)	綠藻生長度及藻體收成量	酸性			
		PH=5	PH=6	PH=7	PH=8
0.1 %	吸光度 (660m $\mu$ )	0.16	0.43	0.6	0.5
	藻體收成量 ( g )	0.01	0.03	0.04	0.04
0.5 %	吸光度 (660m $\mu$ )	0.3	0.48	0.65	0.52
	藻體收成量 ( g )	0.02	0.03	0.04	0.04
1 %	吸光度 (660m $\mu$ )	0.35	0.52	0.7	0.55
	藻體收成量 ( g )	0.02	0.04	0.05	0.04

表八 6. F液添加檸檬酸

濃度 (%)	綠藻生長度及藻體收成量	酸性			
		PH=5	PH=6	PH=7	PH=8
0.1 %	吸光度 (660m $\mu$ )	0.17	0.37	0.62	0.52
	藻體收成量 ( g )	0.01	0.03	0.04	0.04
0.5 %	吸光度 (660m $\mu$ )	0.35	0.48	0.66	0.53
	藻體收成量 ( g )	0.02	0.04	0.04	0.04
1 %	吸光度 (660m $\mu$ )	0.4	0.52	0.72	0.57
	藻體收成量 ( g )	0.03	0.04	0.05	0.04

表九 7. B液添加醋酸鈉

濃度 (%)	綠藻生長度 及藻體收成量	酸鹼性			
		PH=5	PH=6	PH=7	PH=8
0.1%	吸光度 (660m $\mu$ )	0.1	0.22	0.4	0.3
	藻體收成量 ( g )	0.01	0.01	0.03	0.02
0.5%	吸光度 (660m $\mu$ )	0.15	0.25	0.42	0.35
	藻體收成量 ( g )	0.01	0.02	0.03	0.02
1%	吸光度 (660m $\mu$ )	0.2	0.28	0.47	0.38
	藻體收成量 ( g )	0.01	0.02	0.04	0.03

表十 8. F液添加醋酸鈉

濃度 (%)	綠藻生長度 及藻體收成量	酸鹼性			
		PH=5	PH=6	PH=7	PH=8
0.1%	吸光度 (660m $\mu$ )	0.12	0.3	0.48	0.4
	藻體收成量 ( g )	0.01	0.02	0.04	0.03
0.5%	吸光度 (660m $\mu$ )	0.18	0.35	0.5	0.45
	藻體收成量 ( g )	0.01	0.02	0.04	0.03
1%	吸光度 (660m $\mu$ )	0.25	0.38	0.6	0.47
	藻體收成量 ( g )	0.02	0.03	0.04	0.04

(三)海水與淡水培養基中之各種氮源對綠藻(小球藻)生長度及藻體收穫量的數據

表十一 1 B 液添加硫酸銨

濃度 (%)	綠藻生長度及藻體收成量	酸鹼性			
		PH=5	PH=6	PH=7	PH=8
0.1%	吸光度 (660 m $\mu$ )	0.22	0.35	0.7	0.52
	藻體收成量 (g)	0.01	0.02	0.05	0.04
0.5%	吸光度 (660 m $\mu$ )	0.29	0.4	0.85	0.6
	藻體收成量 (g)	0.02	0.03	0.06	0.05
1%	吸光度 (660 m $\mu$ )	0.26	0.32	0.56	0.45
	藻體收成量 (g)	0.02	0.02	0.04	0.03

表十二 2 F 液添加硫酸銨

濃度 (%)	綠藻生長度及藻體收成量	酸鹼性			
		PH=5	PH=6	PH=7	PH=8
0.1%	吸光度 (660 m $\mu$ )	0.24	0.33	0.54	0.42
	藻體收成量 (g)	0.01	0.02	0.04	0.03
0.5%	吸光度 (660 m $\mu$ )	0.26	0.38	0.7	0.48
	藻體收成量 (g)	0.01	0.03	0.05	0.04
1%	吸光度 (660 m $\mu$ )	0.22	0.3	0.5	0.35
	藻體收成量 (g)	0.01	0.02	0.04	0.03

表十三 3 B液添加硝酸鉀

濃度 (%)	綠藻生長度及藻體收成量	酸性			
		PH=5	PH=6	PH=7	PH=8
0.1%	吸光度 (660 m $\mu$ )	0.2	0.32	0.6	0.47
	藻體收成量 (g)	0.01	0.02	0.04	0.04
0.5%	吸光度 (660 m $\mu$ )	0.25	0.35	0.72	0.55
	藻體收成量 (g)	0.02	0.03	0.05	0.04
1%	吸光度 (660 m $\mu$ )	0.22	0.3	0.5	0.4
	藻體收成量 (g)	0.02	0.02	0.04	0.03

表十四 4. F液添加硝酸鉀

濃度 (%)	綠藻生長度及藻體收成量	酸性			
		PH=5	PH=6	PH=7	PH=8
0.1%	吸光度 (660 m $\mu$ )	0.18	0.25	0.52	0.5
	藻體收成量 (g)	0.01	0.02	0.04	0.04
0.5%	吸光度 (660 m $\mu$ )	0.22	0.3	0.68	0.5
	藻體收成量 (g)	0.02	0.02	0.04	0.04
1%	吸光度 (660 m $\mu$ )	0.2	0.2	0.48	0.32
	藻體收成量 (g)	0.02	0.01	0.04	0.03

表十五 5. B 液添加硝酸鈉

濃度 (%)	酸鹼性 綠藻生長度 及藻體收成量	PH=5	PH=6	PH=7	PH=8
		0.1%	吸光度 (660m $\mu$ )	0.15	0.2
	藻體收成量 (g)	0.01	0.01	0.03	0.03
0.5%	吸光度 (660m $\mu$ )	0.12	0.17	0.35	0.25
	藻體收成量 (g)	0.01	0.01	0.03	0.02
1%	吸光度 (660m $\mu$ )	0.1	0.13	0.32	0.19
	藻體收成量 (g)	0.01	0.01	0.03	0.02

表十六 6. F 液添加硝酸鈉

濃度 (%)	酸鹼性 綠藻生長度 及藻體收成量	PH=5	PH=6	PH=7	PH=8
		0.1%	吸光度 (660m $\mu$ )	0.13	0.18
	藻體收成量 (g)	0.01	0.01	0.03	0.02
0.5%	吸光度 (660m $\mu$ )	0.11	0.14	0.33	0.22
	藻體收成量 (g)	0.01	0.01	0.03	0.02
1%	吸光度 (660m $\mu$ )	0.09	0.1	0.3	0.18
	藻體收成量 (g)	0.01	0.01	0.03	0.01

表十七 7. B液添加尿素

濃度 (%)	綠藻生長度及藻體收成量	酸性			
		PH=5	PH=6	PH=7	PH=8
0.1%	吸光度 (660 m $\mu$ )	0.11	0.15	0.35	0.48
	藻體收成量 (g)	0.01	0.01	0.03	0.04
0.5%	吸光度 (660 m $\mu$ )	0.08	0.12	0.32	0.42
	藻體收成量 (g)	0.01	0.01	0.03	0.04
1%	吸光度 (660 m $\mu$ )	0.05	0.1	0.2	0.22
	藻體收成量 (g)	0.01	0.01	0.02	0.02

表十八 8. F液添加尿素

濃度 (%)	綠藻生長度及藻體收成量	酸性			
		PH=5	PH=6	PH=7	PH=8
0.1%	吸光度 (660 m $\mu$ )	0.18	0.25	0.42	0.52
	藻體收成量 (g)	0.01	0.02	0.03	0.04
0.5%	吸光度 (660 m $\mu$ )	0.15	0.2	0.38	0.48
	藻體收成量 (g)	0.01	0.01	0.03	0.03
1%	吸光度 (660 m $\mu$ )	0.1	0.16	0.23	0.28
	藻體收成量 (g)	0.01	0.01	0.02	0.02

表十九 9. B 液添加硝酸鉍

濃度 (%)	綠藻生長度及藻體收成量	酸性			
		PH=5	PH=6	PH=7	PH=8
0.1%	吸光度 (660m $\mu$ )	0.18	0.28	0.35	0.68
	藻體收成量 (g)	0.01	0.02	0.03	0.04
0.5%	吸光度 (660m $\mu$ )	0.15	0.18	0.33	0.51
	藻體收成量 (g)	0.01	0.01	0.03	0.04
1%	吸光度 (660m $\mu$ )	0.11	0.12	0.21	0.24
	藻體收成量 (g)	0.01	0.01	0.02	0.02

表廿 10. F 液添加硝酸鉍

濃度 (%)	綠藻生長度及藻體收成量	酸性			
		PH=5	PH=6	PH=7	PH=8
0.1%	吸光度 (660m $\mu$ )	0.22	0.3	0.38	0.72
	藻體收成量 (g)	0.02	0.03	0.03	0.05
0.5%	吸光度 (660m $\mu$ )	0.18	0.21	0.36	0.56
	藻體收成量 (g)	0.01	0.02	0.03	0.04
1%	吸光度 (660m $\mu$ )	0.14	0.16	0.25	0.28
	藻體收成量 (g)	0.01	0.01	0.02	0.02

(四)水質中含銅鐵離子對綠藻(小球藻)生長度及藻體收穫量的數據

表廿一 1 B 液添加硫酸銅

濃度 (%)	綠藻生長度及藻體收成量	酸性			
		PH=5	PH=6	PH=7	PH=8
10ppm	吸光度 (660 m $\mu$ )	0.21	0.37	0.42	0.56
	藻體收成量 (g)	0.02	0.03	0.03	0.04
30ppm	吸光度 (660 m $\mu$ )	0.18	0.26	0.34	0.43
	藻體收成量 (g)	0.01	0.02	0.03	0.03
50ppm	吸光度 (660 m $\mu$ )	0.14	0.18	0.19	0.2
	藻體收成量 (g)	0.01	0.01	0.02	0.02

表廿二 2 F 液添加硫酸銅

濃度 (%)	綠藻生長度及藻體收成量	酸性			
		PH=5	PH=6	PH=7	PH=8
10ppm	吸光度 (660 m $\mu$ )	0.22	0.38	0.45	0.6
	藻體收成量 (g)	0.02	0.03	0.03	0.04
30ppm	吸光度 (660 m $\mu$ )	0.19	0.28	0.36	0.51
	藻體收成量 (g)	0.02	0.02	0.03	0.04
50ppm	吸光度 (660 m $\mu$ )	0.15	0.18	0.21	0.22
	藻體收成量 (g)	0.01	0.01	0.02	0.02

表廿三 3. B 液添加硫酸鐵

濃度 (%)	綠藻生長度及藻體收成量	酸性			
		PH=5	PH=6	PH=7	PH=8
10ppm	吸光度 (660m $\mu$ )	0.2	0.36	0.4	0.58
	藻體收成量 (g)	0.02	0.03	0.03	0.04
30ppm	吸光度 (660m $\mu$ )	0.18	0.29	0.37	0.38
	藻體收成量 (g)	0.01	0.03	0.03	0.03
50ppm	吸光度 (660m $\mu$ )	0.12	0.18	0.2	0.23
	藻體收成量 (g)	0.01	0.01	0.02	0.02

表廿四 4. F 液添加硫酸鐵

濃度 (%)	綠藻生長度及藻體收成量	酸性			
		PH=5	PH=6	PH=7	PH=8
10ppm	吸光度 (660m $\mu$ )	0.23	0.38	0.47	0.6
	藻體收成量 (g)	0.02	0.03	0.03	0.05
30ppm	吸光度 (660m $\mu$ )	0.2	0.3	0.35	0.4
	藻體收成量 (g)	0.02	0.03	0.03	0.03
50ppm	吸光度 (660m $\mu$ )	0.16	0.2	0.22	0.24
	藻體收成量 (g)	0.01	0.02	0.02	0.02

(五)天然有機肥(猪糞)對綠藻(小球藻)生長度及藻體收穫量的數據

表廿五 1 B液添加猪糞

濃度 (%)	綠藻生長度及藻體收成量	酸鹼性			
		PH=5	PH=6	PH=7	PH=8
0.01%	吸光度 (660m $\mu$ )	0.23	0.3	0.35	0.38
	藻體收成量 (g)	0.02	0.03	0.03	0.03
0.05%	吸光度 (660m $\mu$ )	0.28	0.35	0.52	0.56
	藻體收成量 (g)	0.02	0.03	0.04	0.04
0.1%	吸光度 (660m $\mu$ )	0.32	0.45	0.76	0.95
	藻體收成量 (g)	0.03	0.04	0.06	0.07

表廿六 2 F液添加猪糞

濃度 (%)	綠藻生長度及藻體收成量	酸鹼性			
		PH=5	PH=6	PH=7	PH=8
0.01%	吸光度 (660m $\mu$ )	0.2	0.25	0.28	0.3
	藻體收成量 (g)	0.02	0.02	0.02	0.03
0.05%	吸光度 (660m $\mu$ )	0.22	0.36	0.37	0.38
	藻體收成量 (g)	0.02	0.03	0.03	0.04
0.1%	吸光度 (660m $\mu$ )	0.25	0.4	0.66	0.72
	藻體收成量 (g)	0.02	0.03	0.05	0.05

## 六、討 論：

(一)從實驗結果表二中得知綠藻(小球藻)在各種海水濃度培養中之生長順序為D(33.3%含海水濃度%)>F(0%含海水濃度%)>E(16.6%含海水濃度%)>B(66.6%含海水濃度%)>C(50%含海水濃度%)>A(83.3%含海水濃度%)其PH值對生長度順序PH 7>PH 8>PH 6>PH 5,綠藻(小球藻)培養在含海水濃度大於66.6%時其生長會受到顯著之抑制,尤其PH 5與PH 6時更明顯,但在含海水濃度為33.3%之培養基中綠藻(小球藻)生長度非常好,且較淡水培養基中更佳。這可能綠藻(小球藻)在海水培養基中含適當食鹽濃度時可促進其生長另在海水濃度愈高時,則細胞與細胞之凝集現象很顯著,此現象可能為海水中食鹽之氯離子所致,與綠藻細胞之分裂有關,其濃度高者細胞大小愈有顯著參差不齊現象,同時培養基中綠藻(小球藻)呈現沉澱現象非常顯著,藻體之收成量隨生長度之良好而增加;由本實驗得知綠藻(小球藻)能於適當海水濃度與PH值7和8較淡水中生長及產量為佳。

(二)綠藻與高等植物同樣能行光合作用之自營生物,但在有機質存在時亦能行他營生活,而大氣中所含CO<sub>2</sub>對綠藻是無法百分百的利用,因此培養綠藻時因CO<sub>2</sub>之不足還須添加其他碳源於培養基中才能於短期內大量生長。表三至表十為添加各種碳源之參考。其藻體收成量亦隨生長度之良好而增加。

1. 醋酸、葡萄糖在0.5%時綠藻(小球藻)生長最好,其次為1%,0.1%,可知濃度太高或太低時均不易為綠藻(小球藻)所利用必需要在適當濃度時,才可促進其生長。

2. 檸檬酸、醋酸鈉:在1%時綠藻生長最好,其次為0.5%,0.1%。在濃度偏低時,綠藻(小球藻)之生長度無法顯示,故綠藻(小球藻)培養在淡水與海水培養基中,對能利用之碳源所要求之最適濃度有顯著之差異。

3. 普通綠藻菌所含蛋白質之量比一般植物要高很多,一般都

在 50% 以上，因此綠藻要合成蛋白質所需之氮量亦很多，蛋白質中所含氮之量約為 16%，又因綠藻無固定空氣中氮之能力，所以構成綠藻個體所需氮源完全需賴外界供給。表十一至表二十為對氮源之選擇以供參考，藻體收成量隨生長度之良好而增加。

- 1 硫酸銨、硝酸鉀：在 0.5% 時綠藻生長最好，其次為 0.1%，1%，其濃度太高或太低均不易綠藻（小球藻）所利用，故需選用最適濃度添加。
- 2 硝酸鈉、尿素、硝酸銨：在 0.1% 時綠藻（小球藻）生長最良好，其次為 0.5%，1%，其濃度要在最低時才適於培養基中培養，故只有選用最低濃度添加時才可達生長最佳狀態。

(四)表廿一至表廿四為綠藻（小球藻）在海水與淡水培養基中添加不同濃度之鐵離子與銅離子之生長度，其順序為 10ppm > 30ppm > 50ppm，據一般培養液中之 PH 值在 5.7 以上時鐵離子與銅離子呈現沉澱狀態，不易為綠藻所利用，因使用振盪培養法，所以能使鐵離子與銅離子均勻分散於培養基中，表廿一至表廿四中顯示在 PH 7 時綠藻（小球藻）生長最好，從本實驗結果顯示在不添加氮源或鐵離子與銅離子之培養基中綠藻（小球藻）之生長度，仍然很低，由此可知用單純天然海水是不能使綠藻生長良好，還需要補充其他營養要素才能使綠藻生長旺盛。

(五)表廿五至表廿六中為綠藻（小球藻）在海水與淡水培養基中添加不同濃度之天然有機肥豬糞，其濃度在 0.1%，PH = 8 時生長最良好，其次為 0.05%，0.01%，PH 值降低時其生長度亦隨之遞減，可知在天然海水中添加適當濃度豬糞時可利於綠藻（小球藻）之生長。

## 七、結 論：

生物學是一門實驗且可應用的科學，國中生物學課程的編排即著重由實驗中發現問題，並進一步尋求解答，再加以應用，科

學教育就是藉實驗為手段，以達實際應用的目的。我們提出眾所周知的綠藻，利用天然資源，以天然海水培養綠藻，其主旨在於：

(一)開發沿海附近荒廢土地以增產蛋白質源：本省四周環海沿海附近土地頗多荒廢，如能利用取之不絕的天然資源以天然海水馴育成功的綠藻應用到那廣大荒廢土地上，實為增產蛋白質源最佳途徑。

(二)淨化環境減少水質污染：近年來工業的突飛猛進，以致造成海水中水質污染的公害，如能培養綠藻加以處理，以減少水質污染而收淨化環境之效。

(三)增產核能燃料鈾及鈾：據西德、蘇俄目前報導「利用天然海水培養綠藻已可以提製鈾（西德）及鈾（蘇俄）之核能燃料成功，成為舉世矚目解決能源之另一新法。

就上列數項而言，利用天然海水培養綠藻實為一舉數得之效。更重要的是要培養科學精神及學習科學方法的前提下達成「學以致用」的境界。

我們所做的僅是開端而已，雖然已盡了最大的努力，以學校現有簡陋的設備及有限知識疏漏處自所難免，因此還請各位賜給我們更多的批評與指導。

#### 八、參考資料：

- |                 |        |         |
|-----------------|--------|---------|
| (一)食品微生物學       | 林宏一編著  | 德龍出版社   |
| (二)綠藻           | 張伊作著   | 中央書局    |
| (三)高中生物實驗       | 戈定邦編著  | 臺灣商務印書館 |
| (四)中央研究院化學研究所集刊 | 第一期    | P. 60   |
| (五)食品工業         | 第八卷第九期 | P. 35   |
| (六)省立屏東農專學報     | 第十八輯   | P. 50   |
| (七)食品科學文摘       | 第三卷第一期 | P. 37   |
| (八)科學發展月刊       | 第六卷第一期 | P. 82   |
| (九)食品科學文摘       | 第四卷第五期 | P. 15   |