
*Rhodospirillum rubrum*의 成長과 光合成
色素形成에 대한 炭素源의 影響

이를 教育學 碩士學位 論文으로 提出함

 제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY
濟州大學校 教育大學院 生物教育專攻

提出者 林 希 貞

指導教授 吳 德 鐵

1987年 7月 日

林希貞의 碩士學位 論文을 認准함

濟州大學校 教育大學院

主 審 인



제주대학교 중앙도서관
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

副 審 인

副 審 인

1987年 7月 日

目 次

I. 緒 論	2
II. 材料 및 方法	3
1. 菌株 및 培地	3
2. 細胞 培養	3
3. 接 種	3
4. 細胞 收穫 및 成長量 測定	3
5. 色素 含量 比較	3
6. 培養 時間別 色素 形成 程度 比較	3
III. 結果 및 考察	4
1. 炭素源에 따른 細胞 成長	4
2. 抽出 色素 含量	7
3. 生細胞의 吸光度	8
4. 抽出 色素의 吸光度	13
5. 細胞 成長에 따른 bacteriochlorophyll 含量의 變化	16
IV. 摘 要	18
V. 參考文獻	19

< Abstract >

**Effect of carbon sources on the growth and
formation of photosynthetic pigments in
*Rhodospirillum rubrum***

Lim, Hee-Jeong

Biology Education Major
Graduate School of Education, Cheju National University
Cheju, Korea
Supervised by Professor Oh, Duck-Chul

The effects of carbon sources on the growth and formation of photosynthetic pigments in *Rhodospirillum rubrum* were studied. For these, absorption spectra of intact cells and extracted pigments from cultures on various carbon sources were determined.

The cell yield of *R. rubrum* cultured on malate as sole carbon source exhibited highest value and showed lowest one by using propionate.

The cell yields of cultures on combined carbon sources were higher than those on single carbon source, except for combinations of glutamate and propionate, aspartate and glutamate, and, aspartate and malate.

The formation of bacteriochlorophyll and carotenoid, regardless of the kind of carbon source, arose simultaneously.

Generally, the formation of photosynthetic pigments was more stimulated by combined carbon sources than single carbon source.

The effects of carbon sources on the growth and formation of photosynthetic pigments were not coincided.

*¹A thesis submitted to the Committee of the Graduate School of Education, Cheju National University in partial fulfillment of the Requirements for the degree of Master of Education in July, 1987.

I. 緒 論

非硫黃 光合成 細菌의 한 種인 *Rhodospirillum rubrum* 은 光의 有無에 따라 好氣的 呼吸이나 嫌氣的 光合成으로 成長할 수 있고(van Niel, 1941), 어떤 菌株들은 光이 없고 嫌氣的인 條件에서도 醱酵에 의해 成長할 수 있어서(Kohlmiller and Gest, 1951; Schultz and Weaver, 1982; Uffen, 1973a; Uffen and Wolfe, 1970) 生態적으로 넓은 生育分布를 나타내고 있다 (Pfenning, 1967).

한편 光, 酸素 등의 成長 條件에 따른 炭素源의 利用 方法 및 成長에 대한 效果(Uffen, 1973a, b; Uffen and Wolfe, 1970; van Niel, 1944)나 어떤 炭素源을 調合했을 때 成長에 미치는 效果(Solaiman and Uffen, 1982), 또는 窒素源으로 아미노산을 使用했을 때 成長에 대한 L, D-아미노산들의 異性體 效果(Coleman, 1959)나 두 가지 아미노산을 調合하여 使用하였을 때 아미노산의 成長 저해 효과에 대한 研究등이 이루어져 있다 (Kelley, 1974).

成長에 대한 炭素源의 영향은, *Rhodopseudomonas capsulata* 인 경우, malate 와 glucose 를 調合하여 暗條件에서 好氣的으로 培養시켰을 때 成長量이나 成長 速度가 증가되었고, 光合成的으로 培養시켰을 때는 별다른 效果가 없다는 報告가 있다 (Stahl and Sojka, 1973).

한편 *R. rubrum* 의 光合成 色素 合成은 光度, 酸素 分壓 등의 條件에 따라 含量이나 組成이 多樣하게 나타나지만 (Cohen-Bazire and Kunisawa, 1960; Cohen-Bazire and Siström, 1966; Cohen-Bazire *et al.*, 1957; Fuller *et al.*, 1963; van Niel, 1944), 온도나 pH 에는 影響을 받지 않는 것으로 報告되어 있다 (Uffen, 1985). 그러나 炭素源에 따른 成長이나 色素 形成 등에 대해서는 Solaiman 과 Uffen(1982)의 研究외에는 아직까지 報告된 바가 많지 않고, 暗培養시킨 *R. rubrum* 에 光을 照射했을 때 bacteriochlorophyll 과 carotenoid 중 어떤 色素가 먼저 合成되는지에 대한 研究도 아직까지 보이지 않고 있다.

本 實驗은 炭素源에 따른 細胞 成長과 色素 形成과의 關係, 色素가 形成되는 過程에서 어떤 色素가 먼저 合成되는지, 또 成長과 色素 含量과의 關係를 알아보기 위해 遂行되었다.

II. 材料 및 方法

1. 菌株 및 培地 — 使用된 菌株는 *R. rubrum* S1이고, 培地는 炭素源을 뻬 Bose *et al.* (1961)의 것을 基本 無機培地로 하여 여러 가지 炭素源을 添加하여 使用하였다. 使用한 炭素源은 0.3%(w/v 혹은 v/v)씩 添加하였고, 種類는 acetate, lactate, malate, propionate, pyruvate, succinate, arginine, aspartate, glutamate 의 9 가지였으며, 炭素源 두 가지를 調合할 때는 各各 0.15%씩 使用하였다.

2. 細胞 培養 — 明培養은 60 ml 삼각 플라스크에 培地를 가득 채우고 고무 마개를 한 후 사방에 백열 전구를 달아 2,000 lux 로 調節하고 30 °C 에서 行하였다. 暗培養은 300 ml 삼각 플라스크에 30 ml 의 培地를 넣어 솜마개를 한 후 알루미늄 foil 로 싸서 (Horio and Kamen, 1962 ; Uffen and Wolfe, 1970) 120 rpm 의 shaking incubator 에서 30 °C 로 行하였다.

3. 接種 — 明培養인 경우 暗培養으로 2차 繼代培養시킨 培養液 3 ml 를 接種하였고, 暗培養인 경우는 明培養에서 1 ml 를 接種하여 一次 培養한 후 이것을 다시 繼代培養하였다.

4. 細胞 收穫 및 成長量 測定 — 培養 細胞는 成長 程度에 따라 一定量의 明培養液을 5,000 rpm 으로 원심분리 (Wifug 2,000s centrifuge) 시킨 후 磷酸緩衝液으로 세척한 다음 다시 원심분리 (5,000 rpm) 시켜서 收穫하였고, 이 細胞를 60% 설탕용액에 풀어서 680 nm 에서의 흡광도로서 成長量을 測定 (Pye Unicam UV-VIS spectrophotometer sp 8-100) 하였다 (Cohen-Bazire *et al.*, 1957 ; Inamine and Niederman, 1982 ; Solaiman and Uffen, 1982).

5. 色素 含量 比較 — 炭素源, 培養 時間別 成長과 bacteriochlorophyll 形成과의 상관관계는 680 nm 에 대한 883 nm 에서의 흡광도 (Vernon and Garcia, 1967) 로 比較하였다 (Solaiman and Uffen, 1982). 色素 抽出은 acetone-methanol (7 : 2) 용매계로 하였다 (Cohen-Bazire *et al.*, 1957 ; Straley *et al.*, 1973 ; Uffen, 1985 ; van der Rest and Gingras, 1974), 抽出한 bacteriochlorophyll, carotenoid 의 培養 時間別, 炭素源別 含量은 各各 최고 흡수 파장인 772 nm (Uffen, 1985) 와 495 nm 에서의 흡광도로 比較하였다.

6. 培養 時間別 色素 形成 程度 比較 — 培養 時間別 色素 形成 程度를 알아 보기 위하여 60% 설탕용액에 섞은 生細胞와 acetone-methanol 용매계로 抽出한 色素를 350 ~ 900 nm 범위의 吸光度로서 比較하였다.

III. 結果 및 考察

1. 炭素源에 따른 細胞 成長 — 炭素源을 달리했을 때 時間別 細胞 成長量은 표 1, 2 와 같다.

Table 1. Growth on *R. rubrum* on single carbon source

Culture time(h)	0	12	24	30	36	48	72
Carbon source	Optical density at 680 nm						
Acetate	0.015	0.022	0.029	0.029	0.030	0.031	0.056
Arginine	0.015	0.021	0.027	0.029	0.031	0.034	0.038
Aspartate	0.015	0.034	0.059	0.062	0.078	0.088	0.136
Glutamate	0.015	0.029	0.060	0.068	0.076	0.086	0.150
Lactate	0.015	0.036	0.042	0.047	0.051	0.096	0.861
Malate	0.015	0.023	0.029	0.068	0.075	0.517	0.734
Propionate	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015
Pyruvate	0.015	0.023	0.027	0.057	0.057	0.278	0.326
Succinate	0.015	0.035	0.060	0.061	0.098	0.151	0.201

Table 2. Growth of *R. rubrum* on combined carbon source

Culture time(h)	0	12	24	30	36	48	72
Carbon source	Optical density at 680 nm						
Acetate + Aspartate	0.015	0.028	0.035	0.050	0.051	0.153	0.230
Acetate + Propionate	0.015	0.023	0.034	0.039	0.042	0.068	0.098
Aspartate + Arginine	0.015	0.017	0.045	0.049	0.053	0.111	0.398
Aspartate + Glutamate	0.015	0.040	0.053	0.054	0.058	0.078	0.145
Aspartate + Malate	0.015	0.027	0.045	0.071	0.078	0.482	0.634
Glutamate + Propionate	0.015	0.017	0.025	0.026	0.028	0.029	0.029
Glutamate + Succinate	0.015	0.061	0.069	0.094	0.151	0.408	0.720
Malate + Pyruvate	0.015	0.027	0.030	0.056	0.104	0.627	0.758

표 1에서 보면 *R. rubrum* S I은 炭素源으로 aspartate, glutamate, lactate, malate, pyruvate, succinate를 使用했을 때 成長이 빨랐다. 특히 lactate인 경우는 48時間에서

72 時間 사이에 급격한 증식이 일어났다.

Acetate 에서는 72 時間까지는 느리게 成長하고 있지만 1주일간 培養시켰을 때 (O.D. 0.681)는 glutamate (O. D. 0.545), Succinate (O. D. 0.582)에서 보다 成長量이 높게 나타났다. Gest *et al.* (1962)에 의하면 窒素源으로 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 를 使用했을 때 succinate 나 malate 는 수소 발생없이 CO_2 와 C_3 化合物로 전환되지만, acetate 인 경우는 窒素源이 다 소비된 다음에야 수소와 이산화탄소로 전환된다는 報告에 비추어 볼 때 acetate 에서 72 時間까지 成長이 느리게 일어나는 것은 窒素源으로 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 를 使用했기 때문이라 생각된다.

48 時間에서의 成長量을 比較해 보면 malate 에서 가장 높고, propionate 에서 가장 낮게 나타났다. propionate 에서는 처음 接種할 때 O. D₆₈₀ 이 0.015였는데, 2 주 후에는 0.016 으로 나타나 거의 利用하지 못하는 것으로 判明되었다. 이 結果는 propionyl-carboxylating system 을 통해 propionate 가 利用된다는 Knight(1962)의 報告나 醱酵에 의해 propionate 를 使用하여 成長할 수 있다는 Schultz 와 Weaver(1982)의 結果와는 다르게 나타났는데 이는 분명하지는 않지만, 培養條件이나 菌株의 差異에 起因하는 것으로 思料된다.

炭素源을 調合했을 때의 成長量은 표 2 와 같았다. 표 1 과 比較해보면 초기 成長에서는 다소 차이가 있지만, 대부분의 경우 炭素源을 단독으로 使用했을 때보다 두 種類를 調合했을 때의 成長이 높게 나타나고 있어 malate 와 pyruvate 를 使用한 Solaiman 과 Uffen (1982)의 結果와 일치하였다. 例外的인 現象은 aspartate 와 malate 를, glutamate 와 aspartate, 또는 propionate 를 調合했을 때 나타났다. aspartate 와 malate, glutamate 와 propionate 를 調合했을 때는 단독으로 使用했을 때의 malate, glutamate 成長量보다 낮고, aspartate 나 propionate 의 成長量보다 높은 반면, glutamate 와 aspartate 를 調合했을 때는 48時間까지는 低下現象이 나타났고, 72 時間부터는 aspartate 보다는 높지만 glutamate 보다는 낮게 나타났다. 한편 glutamate 와 succinate 를 조합했을 때는 48시간 이후에 급격한 성장 상승효과를 보였다. 이 結果는 glutamate 가 다른 炭素源과 調合되었을 때 특이한 作用을 하는 것을 나타내는 것으로 생각된다 (그림 1).

대부분의 炭素源에서 成長은 36 時間에서 72 時間사이에 급격하게 일어났다.

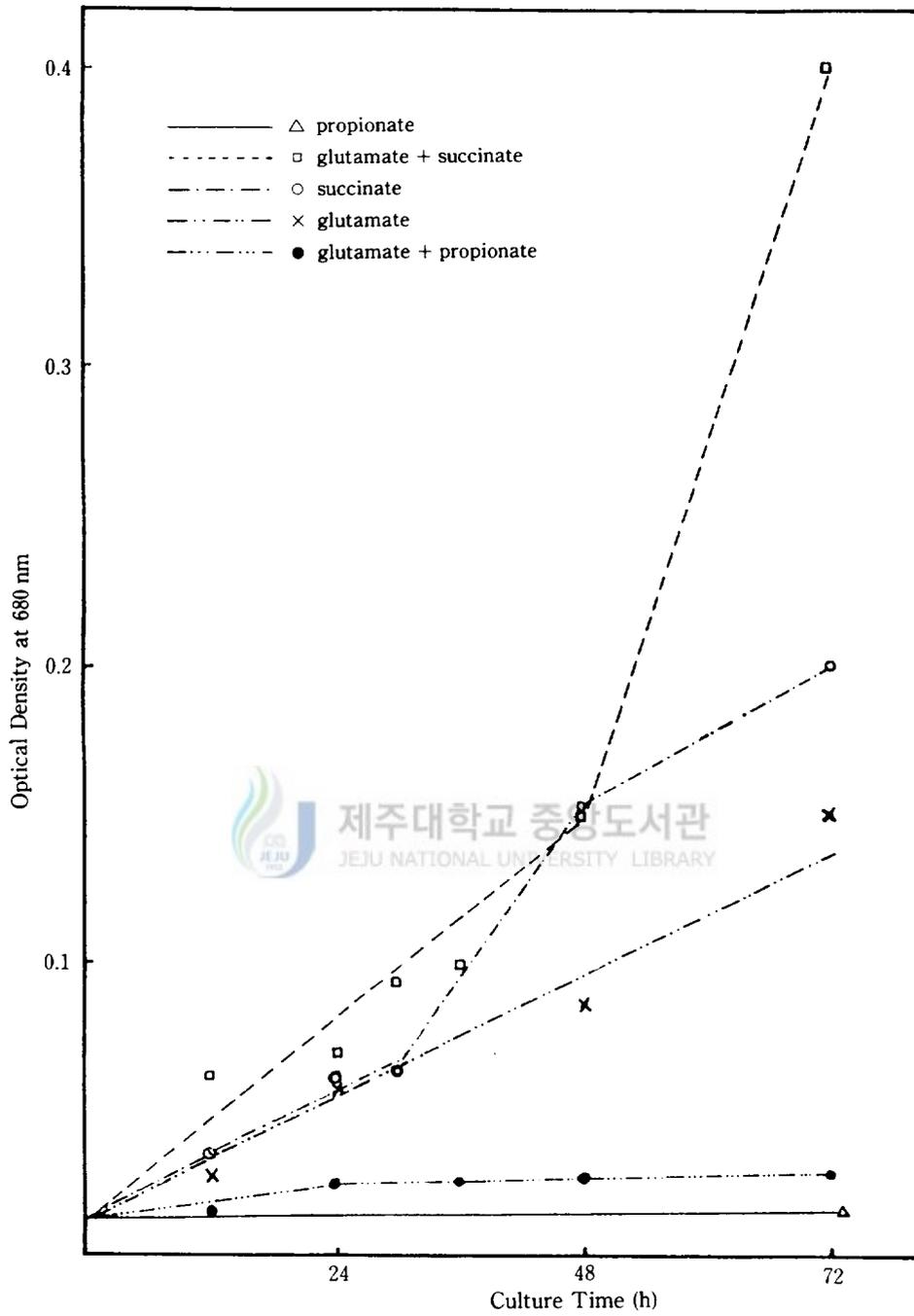


Fig. 1. Growth of *R. rubrum* on different carbon source. Reconstructed from Table 1 and 2.

2. 抽出 色素 含量 — 炭素源에 따른 抽出 色素 含量은 표 3, 4 와 같다.

표 3 에서 보면 carotenoid 含量은 lactate 를 使用했을 때 가장 높았고, propionate 를 使用했을 때 가장 낮게 나타났다. 炭素源을 調合했을 때는 단독으로 使用했을 때보다 대부분 그 含量이 높게 나타났다. 특히 acetate 와 aspartate 를 調合했을 때 가장 높은 上昇效果를 나타내었다. 반면 aspartate 와 malate 를 조합했을 때는 成長에서의 類似하게 malate 를 단독으로 使用했을 때보다 carotenoid 形成이 低下되었다. 또 glutamate 와 propionate 를 調合했을 때도 glutamate 를 단독으로 使用했을 때보다 低下되어 나타났다. 한편 aspartate 와 glutamate 를 調合했을 때는 成長에서의 低下現象과는 달리 上昇效果가 나타났다. 이 結果에서 aspartate 와 아미노산의 調合에서는 上昇效果가 나타났으나 다른 有機酸과의 調合에서는 一定한 效果 양상을 나타내지 않아서 특이하였다.

Table 3. Contents of carotenoids from *R. rubrum* cultured on different carbon source

Culture time(h)	24	48	72
Carbon source	Optical density at 495 nm		
Acetate	0.081	0.142	1.300
Arginine	0.021	0.074	0.607(194 h)
Aspartate	0.035	0.466	3.616
Glutamate	0.028	0.410	1.523
Lactate	0.144	3.526	84.47
Malate	0.133	9.558	49.56
Propionate			0.057(360 h)
Pyruvate	0.125	9.263	38.59
Succinate	0.119	4.525	6.960
Acetate + Aspartate	0.153	15.24	36.00
Acetate + Propionate	0.050	1.060	3.400
Aspartate + Arginine	0.134	3.421	9.775
Aspartate + Glutamate	0.113	1.455	3.900
Aspartate + Malate	0.089	8.791	33.28
Glutamate + Propionate	0.092	0.198	0.118
Glutamate + Succinate	0.244	12.20	24.53
Malate + Pyruvate	0.140	15.28	58.76

표 4는 炭素源別 bacteriochlorophyll 含量을 나타낸 것인데, 이 結果는 carotenoid 含量 變化와 비슷한 傾向을 보였다.

표 3, 4의 結果로 부터 色素 形成은 成長 條件에 따라 달라지며, 炭素源을 調査했을 때 成長과 色素 形成에 미치는 效果는 다소 차이가 있음을 알 수 있었다.

3. 生細胞의 吸光度 — 炭素源을 달리 했을 때 生細胞의 吸光度를 680 nm에서 一致시켜 時間別로 測定한 結果는 그림 2 ~ 5와 같았다. 단독 炭素源에 대해 測定한 吸光度 變化는 그림 2, 3, 4와 같이 3가지 類型으로 나눌 수 있었다. 그림 2의 類型은 成長이 잘 일어나지 않는 炭素源 group으로서 arginine, propionate의 경우이고, 그림 3의 類型은 bacteriochlorophyll에 의한 吸光度가 carotenoid에 의한 吸光度보다 훨씬 높은 경우로 lactate를 使用했을 때이다. 그림 4의 類型은 成長은 잘 일어나지만 bacteriochlorophyll에서의 吸光度가

Table 4. Contents of bacteriochlorophyll from *R. rubrum* cultured on different carbon source

Culture time(h)	24	48	72
Carbon source	Optical density at 772 nm		
Acetate	0.038	0.088	0.850
Arginine	0.007	0.046	0.573
Aspartate	0.021	0.452	3.221
Glutamate	0.014	0.381	1.469
Lactate	0.134	2.933	56.58
Malate	0.148	9.086	42.66
Propionate			0.034 (360 h)
Pyruvate	0.118	8.791	32.39
Succinate	0.081	3.050	3.350
Acetate + Aspartate	0.134	13.00	30.59
Acetate + Propionate	0.031	0.672	2.350
Aspartate + Arginine	0.067	2.500	8.165
Aspartate + Glutamate	0.064	1.440	3.503
Aspartate + Malate	0.111	7.788	28.85
Glutamate + Propionate	0.028	0.094	0.127
Glutamate + Succinate	0.156	6.175	12.53
Malate + Pyruvate	0.140	14.34	49.74

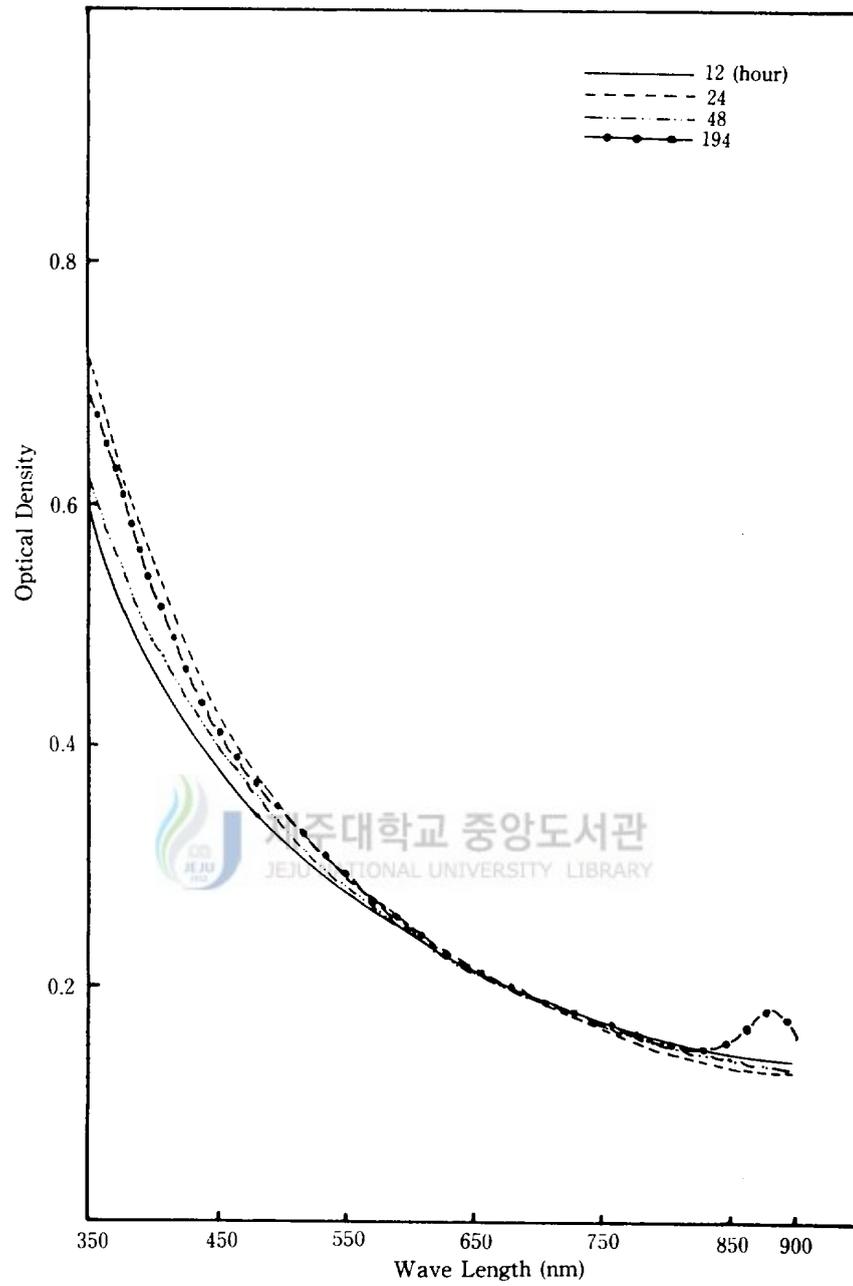


Fig. 2. Absorption spectra of intact cells of *R. rubrum* cultured on arginine.

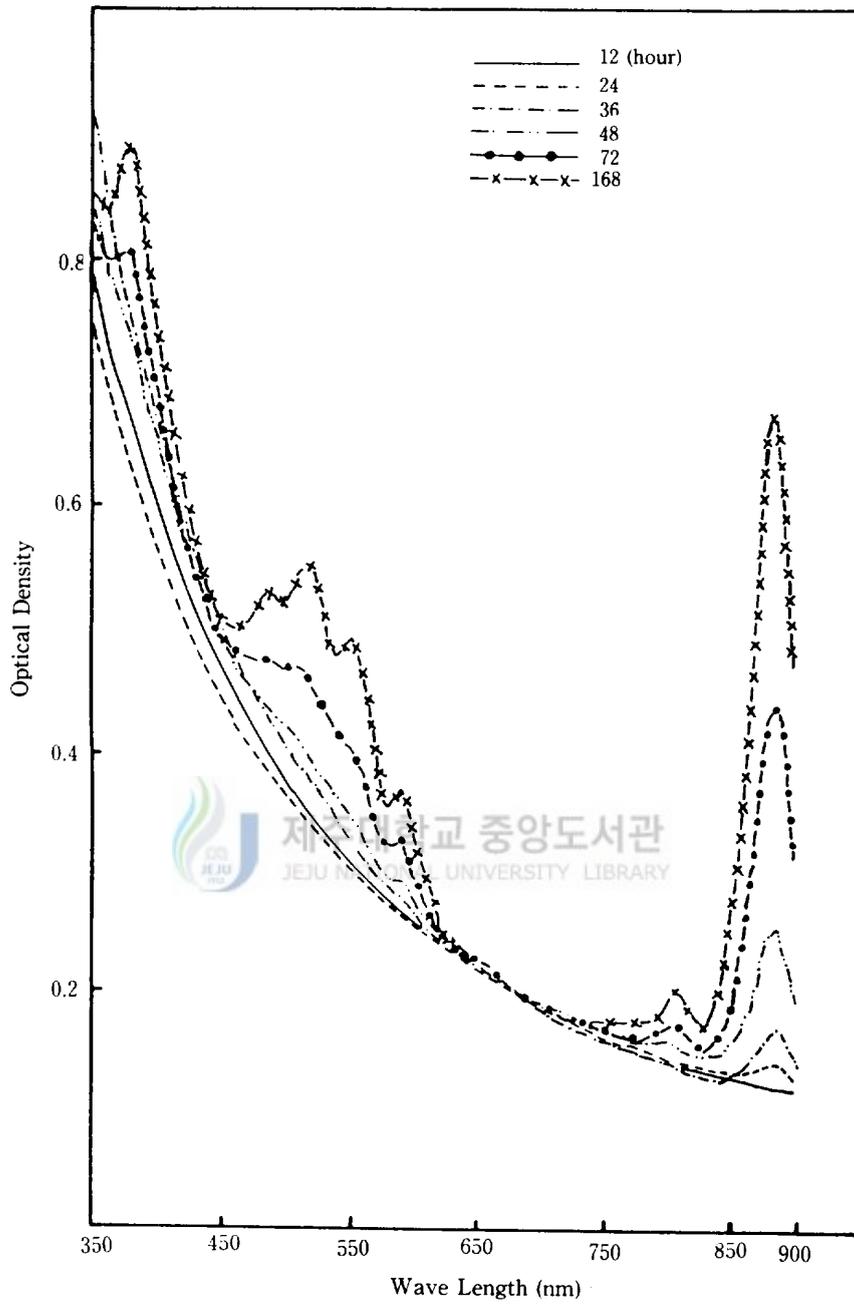


Fig. 3. Absorption spectra of intact cells of *R. rubrum* cultured on lactate.

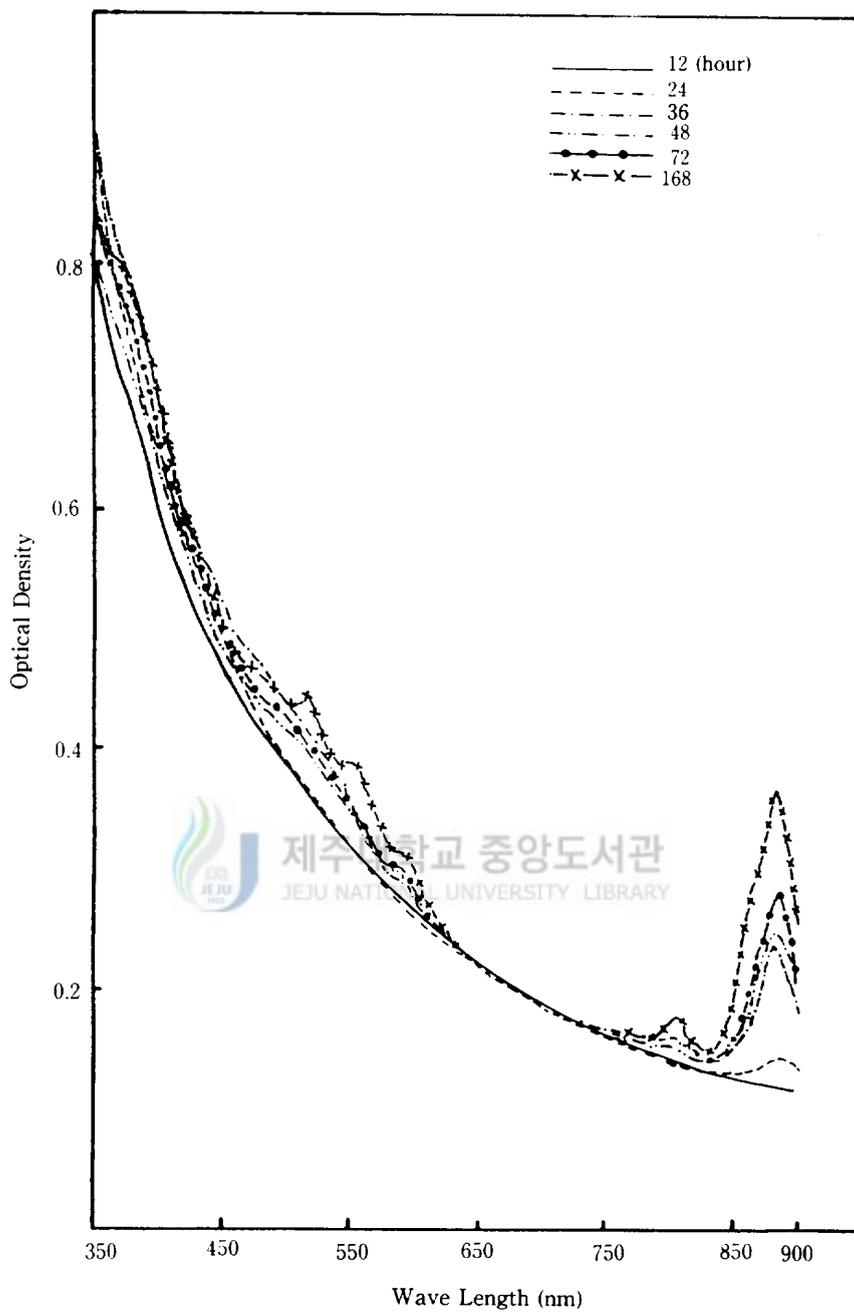


Fig. 4. Absorption spectra of intact cells of *R. rubrum* cultured on malate.

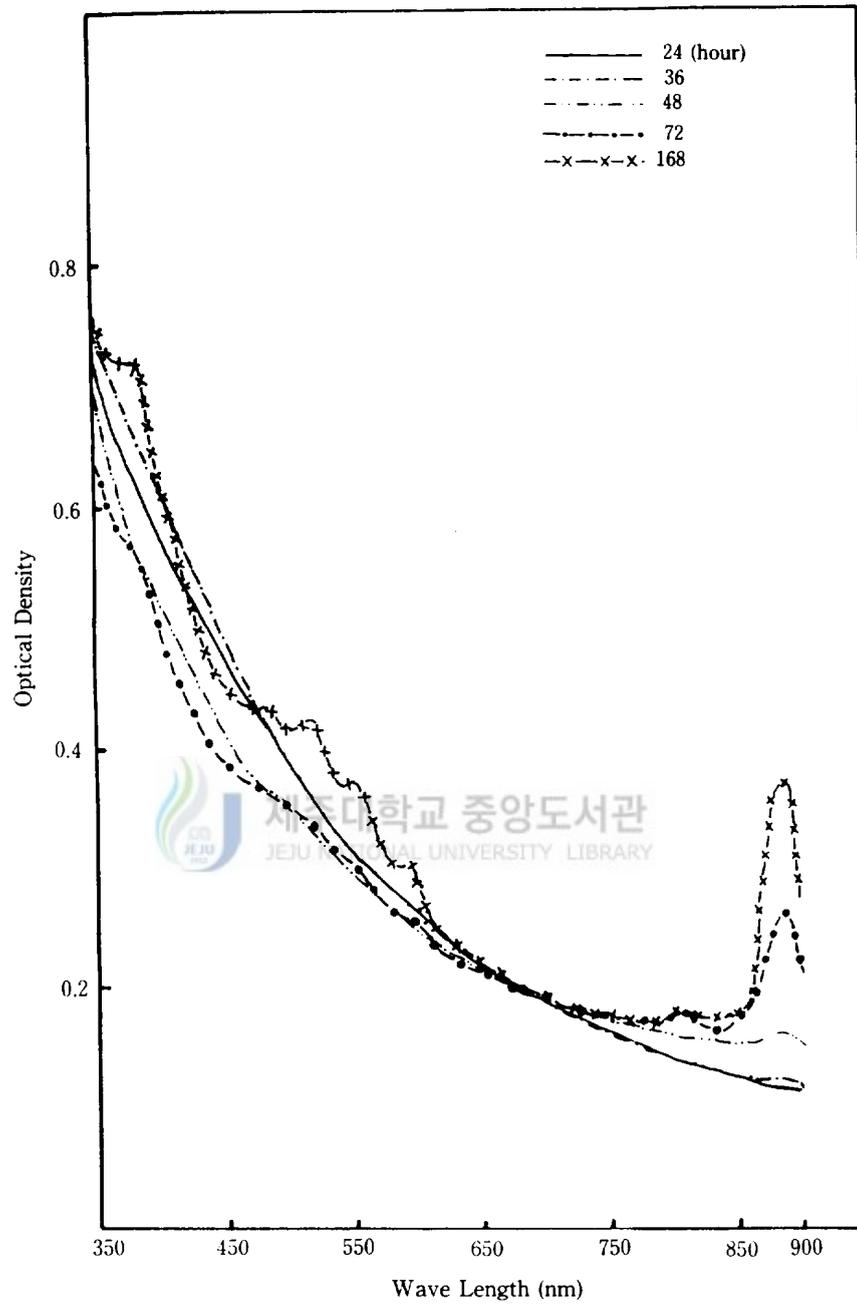


Fig. 5. Absorption spectra of intact cells of *R. rubrum* cultured on malate plus pyruvate.

carotenoid에서 보다 낮은 경우로 aspartate, glutamate, malate, pyruvate, succinate를 사용했을 때 나타났다. 炭素源을 調合했을 때는 대부분 그림 4의 類型과 비슷한 그림 5의 類型을 나타내는 것이 特異한 現象이었다. 例外的으로 glutamate와 propionate를 調合했을 때는 그림 2와 같이 비슷하였다.

그림 2 ~ 5를 보면 炭素源에 따라 peak들이 나타나는 時間이나 각 과정에서의 흡光度에 다소 차이가 있는데, 이는 光合成 細菌의 吸光度는 菌株, 炭素源, 成長 條件, 培養液의 상태에 따라 달라진다는 Biebl과 Drews(1969)의 結果와 類似하게 나타났다. 또 炭素源에 관계없이 항상 bacteriochlorophyll의 peak가 carotenoid peak보다 먼저 나타나고 있어 carotenoid보다 bacteriochlorophyll이 먼저 合成되는 것처럼 보이지만, carotenoid peak가 나타나지 않는 것이 전혀 合成되지 않아서인지 아니면 peak가 나타나지 않을 程度로 소량 形成이 되어서인지 확실치 않아 生細胞의 吸光度로는 bacteriochlorophyll과 carotenoid 중 어느 것이 먼저 合成되는지 明確하게 구분하기는 어려운 것으로 사료된다.

4. 抽出 色素의 吸光度 - 炭素源을 달리 했을 때 抽出 色素의 吸光度 變化는 그림 6, 7과 같았다.

炭素源에 따라 각 과정에서의 吸光 程度나 色素 形成 時間은 다소 差異가 있지만, 炭素源을 단독으로 使用했을 때는 그림 6과, 炭素源을 調合했을 때는 그림 7과 비슷한 類型을 나타내었다. 色素를 抽出했을 때는 生細胞에서와는 달리 bacteriochlorophyll과 carotenoid에서의 peak가 거의 同時에 나타났다.

그림 6, 7의 結果에서 bacteriochlorophyll과 bacteriopheophytin, bacteriochlorophyll, spirilloxanthin에 의해 나타나는 peak는 각각 772 nm, 600 nm, 450 ~ 550 nm에서 나타난다고 보여진다 (van der Rest and Gingras, 1974). 또 時間이 經過될수록 450 ~ 550 nm에서의 peak가 772 nm에서 나타나는 peak보다 상대적으로 높게 나타나는 것은 Cohen-Bazire *et al.* (1957)의 報告와 一致하는 것으로 解釋된다.

本 結果에서 보면 carotenoid의 최대 吸光 peak가 495 nm에서 나타나고 있는데, 이는 Vernon과 Garcia(1967)의 結果와는 類似하지만 474 nm에서 최대 peak를 나타낸다는 Uffen(1985)의 報告와는 다소 差異를 보였다. 이런 差異는 色素 抽出 후 吸光度를 測定하는 過程에서 時間의 지체에 의해 peak의 이동이 생겼기 때문이라 생각된다. 時間을 지체했을 때 peak의 이동은 과정이 짧은 쪽으로 일어났다.

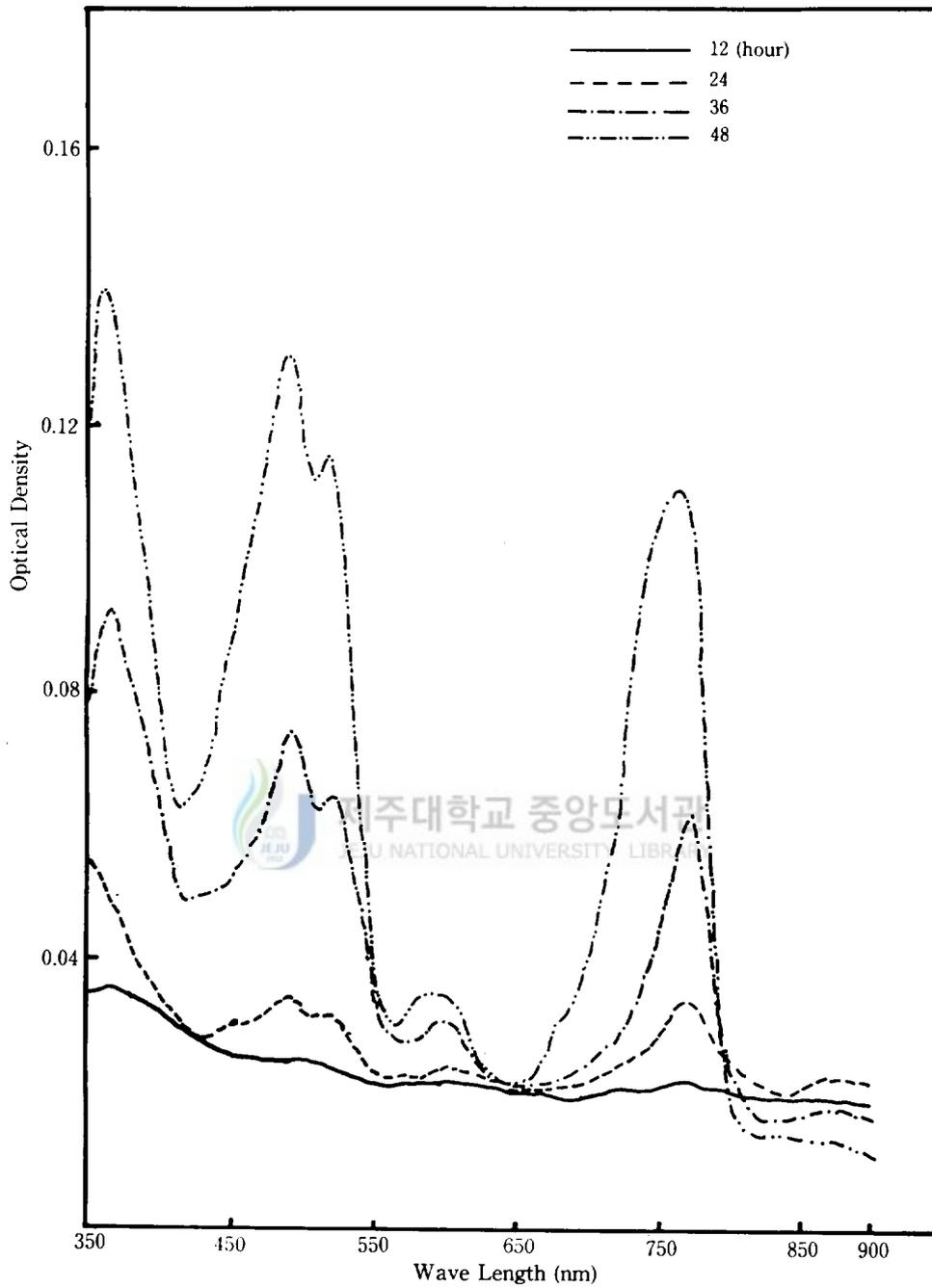


Fig. 6. Absorption spectra of photosynthetic pigments from *R. rubrum* cultured on lactate (Solvent ; acetone : methanol = 7 : 2).

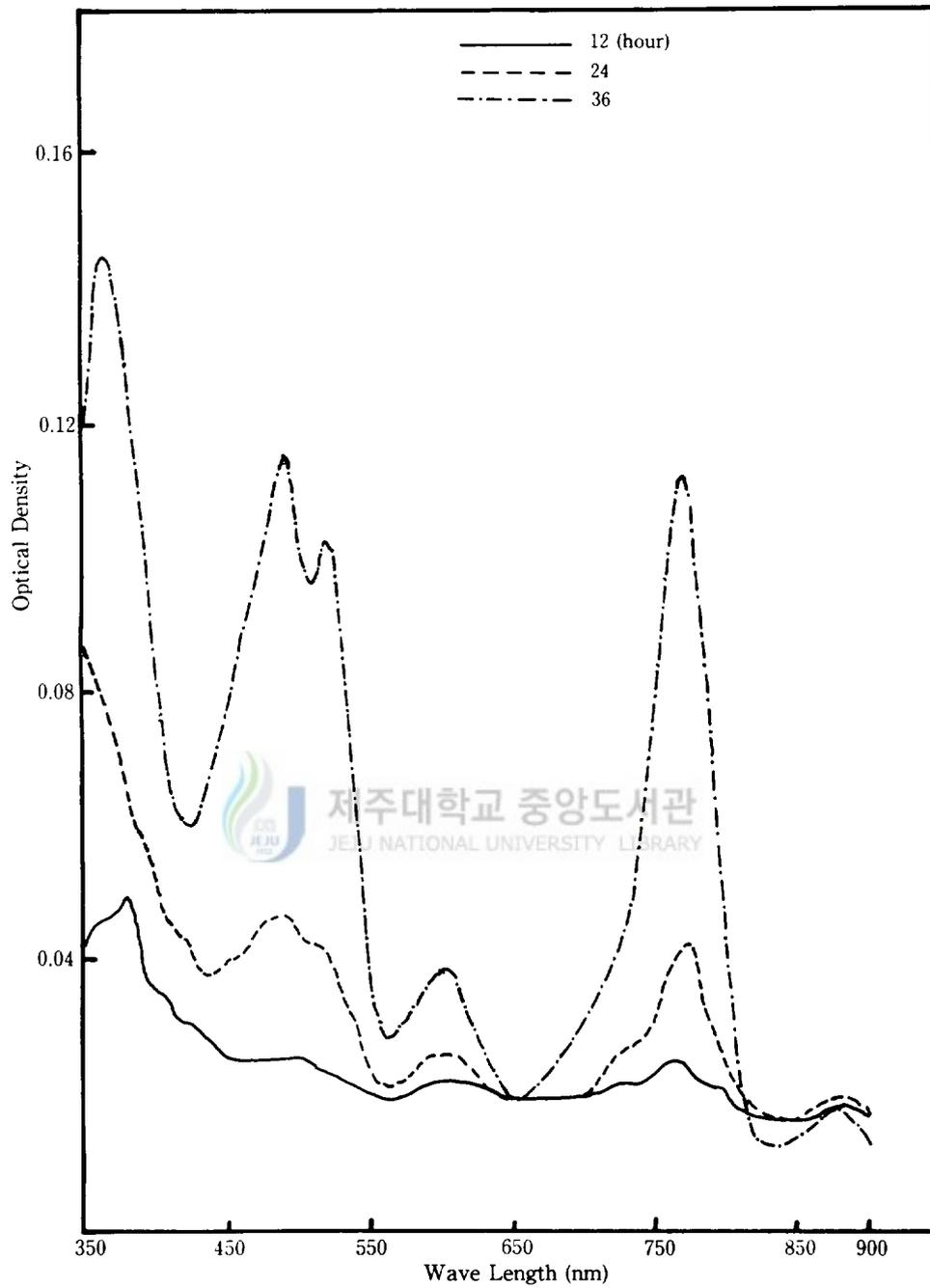


Fig. 7. Absorption spectra of photosynthetic pigments from *R. rubrum* cultured on aspartate plus acetate (Solvent; acetone : methanol = 7 : 2).

5. 細胞 成長에 따른 bacteriochlorophyll 含量의 변화(O. D₈₈₃/O. D₆₈₀) - 細胞 成長에 따른 bacteriochlorophyll 의 含量 變化는 時間別로 O. D₈₈₃/O. D₆₈₀ 값으로 計算하였는데(Holt and Marr, 1965) 그 結果는 표 5 와 같다.

72시간 배양후의 O. D₈₈₃/O. D₆₈₀ 값으로 볼 때 lactate 를 使用했을 때 가장 높았고, 細胞 成長이 높게 나타나는 malate 에서는 lactate 나 pyruvate 보다 낮게 나타나서 成長 量과 bacteriochlorophyll 含量이 一致하지 않고 있는데, 이는 Solaiman 과 Uffen(1982)의 結果와 類似하였다. 이러한 結果로 미루어 bacteriochlorophyll 形成은 細胞의 增殖速度와는 相關없이 炭素源에 따라 달라질 수 있다는 것을 보여주는 것으로 해석된다.

炭素源을 調合했을 때의 O. D₈₈₃/O. D₆₈₀ 값은 aspartate 와 malate, glutamate 와 propionate, malate 와 pyruvate 의 調合에서 단독으로 使用했을 때의 malate, glutamate,

Table 5. The ratio of contents of bacteriochlorophyll to growth of *R. rubrum* on different carbon source

Carbon source	Culture time (h)			
	24	36	48	72
	O. D ₈₈₃ /O. D ₆₈₀			
Acetate	0.604	0.629	0.657	1.019
Arginine	0.576	0.607	0.652	0.882(194h)
Aspartate	0.612	0.843	0.856	1.188
Glutamate	0.585	0.676	0.817	0.982
Lactate	0.658	0.787	1.219	2.175
Malate	0.658	1.144	1.220	1.788
Propionate				0.625(360 h)
Pyruvate	0.635	0.969	1.445	2.019
Succinate	0.627	0.841	0.880	0.968
Acetate + Aspartate	0.693	1.047	1.664	1.704
Acetate + Propionate	0.601	0.708	0.971	1.265
Aspartate + Arginine	0.616	0.786	0.995	1.523
Aspartate + Glutamate	0.627	0.710	0.966	1.341
Aspartate + Malate	0.636	1.082	1.124	1.521
Glutamate + Propionate	0.588	0.595	0.536	0.590
Glutamate + Succinate	0.620	0.835	0.953	1.444
Malate + Pyruvate	0.633	1.125	1.378	1.994

pyruvate 값보다 낮게 나타났고, 나머지 調合에서는 모두 上昇效果가 있었다. 또 표 4 와 표 5 를 比較해 보면 生細胞의 O. D 값으로 계산한 bacteriochlorophyll 의 相對的 含量과 抽出했을 때의 含量이 一致하지 않음을 알 수 있는데, 이것은 Inamine 과 Niederman (1982)의 結果와는 類似하였고, Solaiman 과 Uffen(1982)의 報告와는 다소 差異가 있었다.

이상의 結果들을 綜合해 볼 때 *R. rubrum* 의 細胞 成長이나 色素 合成은 炭素源의 種類에 따라 각기 다른 影響을 받으며, 두 가지의 炭素源을 調合했을 때는 調合의 種類에 따라서 上昇效果를 나타내거나 低下效果를 나타내었고, 세포 成長과 色素 形成은 一致하는 것이 아니고 炭素源의 種類에 따라 다른 效果를 나타내는 것으로 判斷되었다.

IV. 摘 要

光合成 細菌 *R. rubrum* 에 있어서 炭素源에 따른 成長과 色素 形成과의 關係를 究明하기 위하여 生細胞 및 抽出 色素의 吸光度, 成長量 등을 調査하여 다음과 같은 結果를 얻었다.

細胞 成長量은 炭素源으로 malate 를 使用했을 때 가장 높았고, propionate 를 使用했을 때 가장 낮게 나타났다.

炭素源을 調合했을 때의 成長量은 aspartate 와 glutamate, aspartate 와 malate, glutamate 와 propionate 의 調合을 제외하고는 단독으로 使用한 경우보다 높았다.

色素를 抽出했을 때 色素 含量은 lactate 를 使用했을 때 가장 높았고, 炭素源을 調合했을 때는 成長에서와 類似한 效果가 나타났다.

Bacteriochlorophyll 과 carotenoid 의 形成은 炭素源의 種類에 관계없이 거의 同時에 일어났다.

成長에 따른 bacteriochlorophyll 의 含量 變化($O. D_{883}/O. D_{680}$)는 lactate 를 使用했을 때 가장 높았고, 炭素源을 調合했을 때는 aspartate 와 malate, glutamate 와 propionate, malate 와 pyruvate 를 제외한 調合에서 上昇效果가 있었다.

成長量과 色素 含量은 반드시 一致하지는 않았으며, 色素 合成 能力은 炭素源의 종류에 따라 달랐다.



V. 参考文献

- Biebl, H., and Drews G., 1969. Das *in vivo* Spektrum als taxonomische Merkmal bei Untersuchungen zur Verbreitung der Athiorhodaceae. *Zentral. Bakteriol. Parasitenkd. Infektionskr. Hyg. Abt. 2* 123 : 425~452.
- Bose, S. K., H. Gest and J. G. Ormerod, 1962. Light-activated hydrogenase activity in photosynthetic bacterium : A permeability phenomenon. *J. Biol. Chem.* 236 (3) : 13~14.
- Cohen-Bazire, G. and R. Kunisawa, 1960. Some observations on the synthesis function of the photosynthetic apparatus in *Rhodospirillum rubrum*. *P. N. A. S.* 46 : 1543~1553.
- Cohen-Bazire, G. and W. R. Sistrom, 1966. The prokaryotic photosynthetic apparatus. in *The Chlorophylls* (L. P. Vernon and G. R. Seely, eds) 313~341. Academic Press. New York.
- Cohen-Bazire, G., W. R. Sistrom and R. Y. Stanier, 1957. Kinetic studies of pigment synthesis by non-sulfur purple bacteria. *J. Cell. Comp. Physiol.* 49 : 25~68.
- Coleman, G. S., 1959. The effect of D. L.-glutamic acid on the growth of *Rhodospirillum rubrum*. *Biochim. Biophys. Acta.* 59(31) : 55~65.
- Fuller, R. C., S. F. Conti and D. B. Mellin, 1963. The structure of the photosynthetic apparatus in the green and purple sulfur bacteria. in *Bacterial Photosynthesis* (H. Gest, A. San Pietro and L. P. Vernon, eds) 76~87. Antioch Press, Yellow Springs, Ohio.
- Gest, H., J. G. Ormerod and K. S. Ormerod, 1962. Photometabolism of *Rhodospirillum rubrum* : Light-dependent dissimilation of organic compounds to carbon dioxide and molecular hydrogen by an anaerobic citric acid cycle. *Arch. Biochem. Biophys.* 97 : 21~33.
- Holt, S. C. and A. G. Marr, 1965. Effect of light intensity on the formation of intracytoplasmic membrane in *Rhodospirillum rubrum*. *J. Bacteriol.* 89 : 1421~1429.
- Horio, T. and A. G. Kamen, 1962. Observations on the respiratory system of *Rhodospirillum rubrum*. *Biochem.* 1(6) : 1141~1157.
- Inamine, G. S. and R. A. Niederman, 1962. Development and growth of photosynthetic membranes of *Rhodospirillum rubrum*. *J. Bacteriol.* 150(3) : 1145~1153.
- Kelley, D. P., 1974. Growth and metabolism of the obligate photolithotroph *Chlorobium*

- thiosulfatophilum* in the presence of added organic nutrients. *Arch. Microbiol.* 100 : 163~178.
- Knight, M., 1962. The photometabolism of propionate by *Rhodospirillum rubrum*. *Biochem. J.* 84 : 170~185.
- Kohlmeier, E. F., Jr., and H. Gest, 1951. A comparative study of the light and dark fermentations of organic acids by *Rhodospirillum rubrum*. *J. Bacteriol.* 61 : 269~282.
- Pfennig, N., 1967. Photosynthetic bacteria. *Annu. Rev. Microbiol.* 21 : 285~324.
- Schultz, J. E. and P. F. Weaver, 1982. Fermentation and anaerobic respiration by *Rhodospirillum rubrum* and *Rhodopseudomonas capsulata*. *J. Bacteriol.* 149(1) : 181~191.
- Solaiman, D. and R. L. Uffen, 1982. Pyruvate-dependent diauxic growth of *Rhodospirillum rubrum* in light. *J. Bacteriol.* 152 : 175~187.
- Stahl, C. L. and G. A. Sojka, 1973. Growth of *Rhodopseudomonas capsulata* on L- and D-malic acid. *Biochim. Biophys. Acta.* 297 : 241~245.
- Straley, S. C., W. W. Parson, D. Mauzerall and R. K. Clayton, 1973. Pigment content and molar extinction coefficients of photochemical reaction centers from *Rps. sphaeroides*. *Biochim. Biophys. Acta.* 305 : 597~609.
- Uffen, R. L., 1973a. Growth properties of *Rhodospirillum rubrum* mutants and fermentation of pyruvate in anaerobic, dark conditions. *J. Bacteriol.* 116 : 874~884.
- Uffen, R. L., 1973b. Effect of low-intensity light on growth response and bacteriochlorophyll concentration in *Rhodospirillum rubrum* mutant C.J. *J. Bacteriol.* 116 : 1086~1088.
- Uffen, R. L., 1985. Influence of pH, O₂, and temperature on the absorption properties of the secondary light-harvesting antenna in members of the family Rhodospirillaceae. *J. Bacteriol.* 163(3) : 943~950.
- Uffen, R. L. and R. S. Wolfe, 1970. Anaerobic growth of purple nonsulfur bacteria under dark conditions. *J. Bacteriol.* 104 : 462~472.
- van der Rest, M. and G. Gingras, 1974. The pigment complement of the photosynthetic reaction center isolated from *Rhodospirillum rubrum*. *J. Bacteriol. Chemist.* 249(20) : 6446~6453.
- van Niel, C. B., 1941. The bacterial photosynthesis and their importance for the general problem of photosynthesis. *Adv. Enzymol.* 1 : 263~328.

-
- van Niel, C. B., 1944. The culture, general physiology, morphology and classification of the nonsulfur purple and brown bacteria. *Bacteriol. Rev.* 8 : 1~118.
- Vernon, L. P. and A. F. Garcia, 1967. Pigment-protein complexes derived from *Rhodospirillum rubrum* chromatophores by enzymatic digestion. *Biochim. biophys. Acta.* 143 : 144~153.

