

Gibberellic Acid 에 의한 *Chlorella* 의 生長과 呼吸 및 透過性과의 關係

蔡 麟 基

(梨花女大 生物學科)

Relationship between Growth, Respiration and Permeability of *Chlorella* cell treated with Gibberellic acid

CHAI, In Ki

(Dept. of Biology, Ewha Womens Univ.)

ABSTRACT

Effect of gibberellic acid (GA) on the growth rate, respiratory activity and solute uptake of *Chlorella* cells were measured and their correlation were discussed.

Growth rate and respiratory activity of the algal cells are enhanced considerably by very small amount (50 ppm) of GA treatment although they are suppressed by relatively higher concentration more than 100 ppm. Phosphate uptake of the algal cells, however, decreased even though lower concentration of GA is applied.

Therefore, it is inferred that the growth enhancement of the algae by GA is not due to the increase of the permeability of the algal cells but expansion growth owing to the increase of osmotic pressure caused by the increase of hydrolase activity of the algae.

緒 論

이미 Kinoshita & Teramoto(1958), Griffin (1958) 및 Conrat 등 (1959)은 數種藻類의 生長이 Gibberellic acid(GA)에 의하여 促進된다고 하였고, 蔡등(1969)도 *Chlorella*에서 같은 결과를 報告한바 있다. 한편 Bradshaw & Edelman(1968)과 Pinfield(1968)는 그와 같은 生長促進효과가 GA에 의한 炭水化物

加水分解酵素의 活性增大에 따른 細胞內 滲透壓增加에 起因된다고 推定하였고 Kuraishi & Muir(1965)는 GA가 Auxin含量을 높히는데 있다고 하였다. 蔡등(1969)은 GA에 의한 *Chlorella*의 生長촉진이 그 物質組成의 分析結果로 보아 細胞內滲透壓增加에 따른 cell expansion으로 인한 透過性增大에 緣由하는것 같다고 추정한 바 있다.

本研究에서는 GA에 의한 *Chlorella* cell의

透過性増大의 與否와 이에 따른 呼吸의 變動 및 生長과의 關係등을 조사하여 그 결과를 보고한다.

材料 및 方法

Chlorella ellipsoidea 를 通常培地에 接種하여 20~25°C 10K lux 下에서 CO₂ enriched air 로 bubbling 하면서 배양하되 GA 농도는 150, 100, 50, 0 (control) ppm 이 되게 하였다.

Chlorella 의 生長은 6日間の 배양중 一定時間마다 採取하여 그 packed cell volume 을 測定하였고, 호흡은 GA-Free 培地에서 배양된 *Chlorella* 의 一定量을 取하여 各濃度가 되게 GA 를 加한후 常法대로 그 QO₂ 를 計

算하였다. GA 에 따른 *chlorella* 細胞의 透過性的의 變動은 GA-Free 培地에서 배양된 *chlorella* 細胞의 一定量을 取하여 M/500 K₂SO₄ 용액으로 遠心分離에 의하여 2回 씻은 후 tris-buffer (pH 7.4) 1l 당 100mM potassium phosphate 와 0.33 mCi ³²P-phosphate 및 GA 각 농도가 함유되게끔한 reaction medium 에 懸濁시켜, 여기에서 一定時間마다 *chlorella* cell 을 收穫하여 그 放射能을 測定하였다.

結果 및 考察

1) *Chlorella* 의 生長에 미치는 GA 의 영향
著者등의 既報(1969)에서와는 若干 다른 GA 농도구를 設定하였다. 即 그때의 生長促

Table 1. The growth (packed cell volume) of *chlorella* cultured with various concentrations of GA(ml/L. medium)

Duration of culture(days)	0	2	4	6	Packed cell volume as % of control (after 6 days)
Conc. of GA (ppm)					
0	0.03	0.72	2.53	5.52	100
10	0.03	0.76	2.64	6.19	112
50	0.03	0.63	2.82	6.69	126
100	0.03	0.41	1.73	4.13	75
150	0.03	0.15	1.00	3.68	66

進과 抑制의 限界가 GA 40 ppm 과 70 ppm 사이 에 있었기에 今般에는 50 ppm 區를 두었고 最高濃度는 200 ppm 에서 150 ppm 으로 낮추었다. 여기에서도 그때와 마찬가지로 GA低濃度에서는 *chlorella* 의 生長이 促進되었고 高濃度에서는 抑制되었다. GA 50 ppm 에서도 40 ppm 못지않은 生長促進이 있어 control 에 비하여 約 26%의 生長增加를 보였다. (Table 1.) 그러나 GA 에 의한 培養初期의 生長抑制傾向은 既報(1969)에서와 다를바 없으며 이것은 GA 에 의한 chlorophyll 의 生成抑制에 起因될 것이라고 하는 것은 이미 指摘한바 있다.

2) *Chlorella* cell 의 透過성에 미치는 GA 의 영향
GA 에 의한 細胞透過性的의 變動은 *chlorella*

cell 이 一定時間內에 攝取한 ³²P-phosphate 의 放射能値로 가름하여 보았는데 그 結果는 Table 2 와 Fig. 1 에서 보는바와 같다. 即 ³²P-phosphate 의 *chlorella* cell 에의 透過가 GA 의 어느濃度에서나 抑制되었으며 GA 濃度가 높아짐에 따라 透過抑制가 높아졌음을 볼 수 있었다. 이것은 GA 에 의한 細胞內滲透壓 增加에 따른 cell expansion 이 細胞의 透過性마저 높여서 鹽類吸收가 增大되는데 *chlorella* 生長의 促進이 있을 것이라고 하는 從來의 推定과는 若干 어긋나는 結果로서 cell expansion 이 반드시 細胞의 透過性마저 增大시킬 것이라고 速斷하기는 어려울 것 같다.

사실 Varner & Chandra(1964)는 ¹⁴C-phenylalanine 이, 그리고 Varner 등 (1965)은 ¹⁴C-leucine 이 GA(10⁻⁶M)에 의하여 barley

Table 2. Changes in Radio-activities of ^{32}P -phosphate of *chlorella* cells cultured with various concentrations of GA (cpm/ μl . cell)

Time of P uptake(min.)	15'		30'		60'		120'		Average of %
	Sampling No.	Average	Sampling No.	Average	Sampling No.	Average	Sampling No.	Average	
Cont.	1	286	329		361		355		
	2	306 334	369 354		332 354		421 397		
	3	314 *(100)	366 *(100)		368 (100)		416 (100)		(100)
10	1	306	363		401		368		
	2	316 321	317 352		326 356		420 374		
	3	341 (96)	380 (99)		351 (100)		334 (94)		(97)
50	1	276	317		291		282		
	2	334 320	374 337		350 341		370 358		
	3	350 (96)	320 (95)		383 (96)		423 (90)		(94)
100	1	280	318		303		292		
	2	290 291	374 327		322 332		380 351		
	3	301 (87)	291 (92)		370 (94)		391 (88)		(90)
150	1	262	299		260		314		
	2	311 282	306 315		311 307		392 353		
	3	273 (84)	340 (89)		350 (87)		380 (89)		(87)

* () : Radio-activity as % of control.

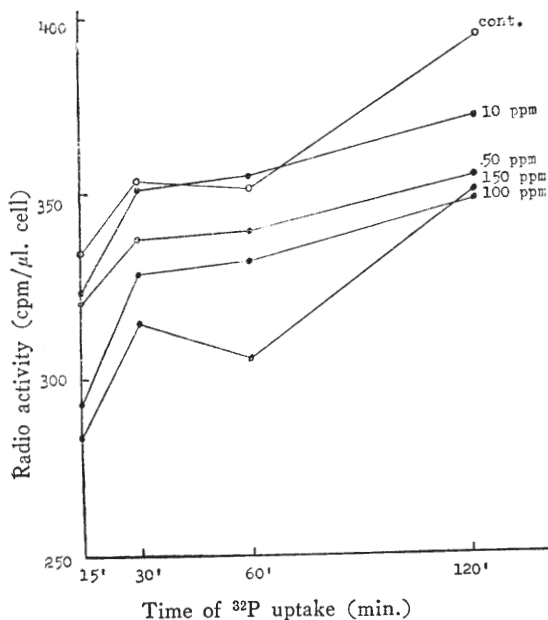


Fig. 1. Comparison in Radio activities of ^{32}P -phosphate of *chlorella* cell cultured with various concentrations of GA.

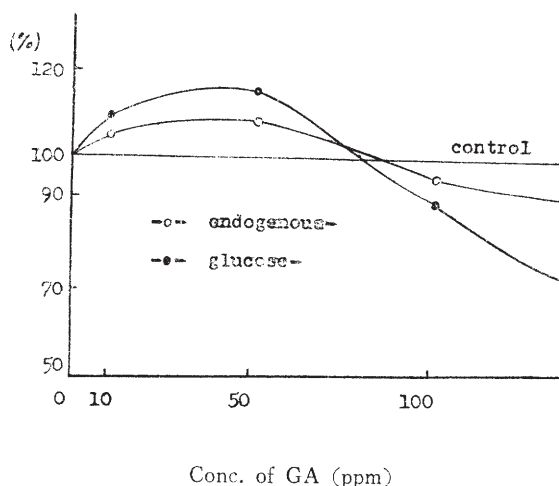
endosperm 에로의 透過가 減少되었다고 하였으며 이것은 GA 가 protease activity 를 높혀 蛋白質을 아미노산으로 분해하여 그 一部가 細胞外로 流出되기 때문인 것 같다고 하였다.

著者等(1969)은 *chlorella* 가 GA 에 의하여 生長促進이 있었을 때의 *chlorella* 細胞의 體物質分析에서 體物質全量으로서는 이렇다할 增減을 찾아보기 어려웠으나, 多糖類의 減少와 soluble carbohydrate 의 增加, 그리고 P-化合物의 약 13%의 減少를指摘한 바 있었는데 이와같은 GA 에 의한 P-化合物의 減少와 이 實驗에서 ^{32}P 透過의 抑制는 符合되는 面이 있는것 같다.

3) *Chlorella* 의 呼吸에 미치는 GA 의 영향
呼吸에 대한 GA 의 영향은 Table 3 과 Fig. 2에 提示된바대로 *Chlorella* 의 生長促進濃度(10, 50 ppm)에서는 촉진되고 生長抑制濃度(100, 150 ppm)에서는 抑制되었다. 그리하여 濃度에 따른 呼吸에 대한 促進과 抑制의 樣

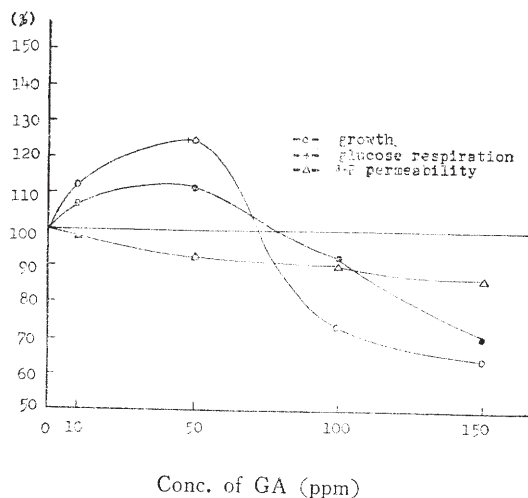
Table 3. Effect of GA on the Respiratory activity of *chlorella* cells.

Conc. of GA (ppm)	Endogenous respiration		Glucose respiratory	
	QO ₂	QO ₂ as % of control	QO ₂	QO ₂ as % of control
0	5.45	100	12.80	100
10	5.72	105	13.77	107
50	5.88	108	14.29	111
100	5.16	94	11.80	92
150	4.97	90	8.94	70

**Fig. 2.** Effects of GA on the Respiratory activity of *chlorella* cells. (QO₂ as % of control)

相이 生長의 그것과 잘 符合되고 있음을 알 수 있다.

GA에 의하여 呼吸이 促進된다는 報告는 Paleg(1960)의 Baku endosperm에서의 것을 위시하여 許多한데 이들 경우에 있어서도 生長이나 hydrolase activity를 촉진하는 GA 농도범위에서만 呼吸도 촉진되고 있으며, Briggs(1963)에 의하면 GA에 의한 呼吸促進이 주로 hydrolase의 생성에 수반되는 것이라고 하였다. 이리하여 GA는 加水分解酵素와 같은 一部酵素蛋白의 合成을 촉진하지만 이들 酵素에 의하여 構造蛋白이나 高分子炭水化合物의 分解를 促進하는 方向으로 作用하고 있다.

**Fig. 3.** Relationship between the Growth, Respiration and ³²P-permeability of *chlorella* cells treated with various concentrations of GA.

이상의 結果와 考察을 綜合하여 보건대 Fig. 3.에서 보는바와같이 GA에 의한 *chlorella*의 生長促進은 呼吸과는 密接하게 關聯되어 있으나 ³²P-phosphate의 透過性과는 無關한 것 같다.

Yomo & Iinuma(1964)와 Jacobsen & Varner(1967)등은 GA에 의하여 α -amylase와 protease의 생성이 촉진된다고 하였고 Nanda & Dhindsa(1968)는 GA에 의한 生長촉진과 carbohydrate 함량과의 關係를 검토함에 있어서 soluble carbohydrate의 增加가 세포의 滲透壓을 높혀 吸水로 因한 expansion growth가 초래된다고 하였다. Briggs(1963)와 Varner(1964)등은 soluble carbohydrate의 增加는 GA에 의한 carbohydrate hydrolase의 생성촉진에 起因된다고 하였다. 따라서 GA에 의한 *chlorella*의 生長促進은 鹽類吸收(透過性)의 增大나 體物質增加에 따르는 것이라고 보기 보다는 GA에 의한 hydrolase 생성의 昂進에 따른 可溶性成分의 增加와 이로 因한 細胞內滲透壓의 增大에서 초래된 吸水生長이 主因인 것 같다.

摘 要

GA 에 의한 *chlorella* 의 생 장 촉진의 원인을 규명코저 GA 처리에 따른 *chlorella* 의 생 장, 호흡 및 투과성 등을 알아 보았다.

GA 50 ppm 에서 最大生長促進效果가 있었고 그 이상의 농도에서는 오히려 *chlorella* 의 생 장이 억제되었다.

呼吸은 *chlorella* 의 생 장 촉진 농도(10, 50 ppm)의 GA 에서는 촉진되고 生長억제 농도 (100, 150 ppm)에서는 억제되었다.

³²P-phosphate 의 *chlorella* cell 에의 透過性은 GA 의 어느 濃度에서나 低下되었으며, 高濃度일수록 그 低下度가 컸었다.

따라서 GA 에 의한 *chlorella* 의 생 장 촉진은 GA 에 의한 hydrolase activity 의 增大에 따른 細胞內可溶性 成分의 增加가 滲透壓을 높혀 expansion growth를 초래한 결과라고 생각된다.

引 用 文 獻

1. Bradshaw, M.J. and J. Edelman, 1968. Enzyme formation in higher plant tissue; The production of a gibberellin proceeding invertase synthesis in aged tissue. *J. Exp. Bot.*, 87-93.
2. Briggs, D.E., 1963. Biochemistry of Barley germination; Action of gibberellic acid on Barley endosperm. *J. Inst. Brewing*, 69, 13-19.
3. Conrad, H., P. Saltman and R. Eppley, 1959. Effects of auxin and gibberellic acid on growth of Ulothrix. *Nature*, 184, 556-557.
4. Griffin, D.N., 1958. The effect of gibberellic acid upon *Euglena*. *Proc. Oklahoma Acad. Sci.*, 38, 14-15.
5. Kinoshita, S. and K. Teramoto, 1958. On the efficiency of gibberellin on the growth of phorphyra. Frond. *Bull. Japan Soc. Phycol.*, 6, 85-88.
6. Kuraishi, S. and R.M. Muir, 1965. The relationship of gibberellic acid and auxin in plant growth. *Plant & Cell Physiol.*, 15, 61-69.
7. Jacobsen, J.V. and J.E. Varner, 1967. Gibberellic acid-induced synthesis of protease by isolated aleurone layers of Barley. *Plant Physiol.*, 42, 1596-1600.
8. Nanda, K.K. and R.S. Dhindsa, 1968. Effect of gibberellic acid on starch content of soybean and its correlation with extension growth. *Plant & Cell Physiol.*, 9, 423-432.
9. Paleg, L.G., 1960. Physiological effects of gibberellic acid. *Plant Physiol.*, 35, 293.
10. Pinfield, N.J., 1968. The effects of gibberellin on the metabolism of ethanol-soluble constituents in the cotyledons of Hazel seeds. *J. Exp. Bot.*, 452-459.
11. Varner, J.E., 1964. Gibberellic acid controlled synthesis of α -amylase in Barley endosperm. *Plant physiol.*, 39, 413-415.

12. Varner, J.E. and G.R. Chandra, 1964. Hormonal control of enzyme synthesis in Barley endosperm. *Proc. U.S. Nat. Acad. Sci.*, **52**, 100.
13. Varner, J.E., G.R. Chandra and M.J. Christeels, 1965. Gibberellic acid-controlled synthesis of α -amylase in Barley endosperm. *J. Cell Comp. Physiol.*, **66**, Suppl., 1.
14. Yomo, H. and H. Inuma, 1964. The enzymes of the aleurone layer of Barley endosperm. *Proc. Amer. Soc. Brew. Chem.*, 97-102.
15. 蔡麟基, 裴齊美, 李永祿, 1969. *Chlorella* 의 생장에 미치는 gibberellic acid 의 촉진 및 억제 효과 韓國微生物學會誌 **7**, 143-522.