

## *Chlorella* 의 생리에 미치는 Indole Acetic Acid 의 영향

蔡 麟 基

(梨花女子大學校 · 文理科大學 · 生物學科)

### Physiological Effects of Indole Acetic Acid (IAA) on *Chlorella ellipsoidea*.

CHAI, In Ki

(Dept. of Biology, College of Lib. Arts & Sciences, Ewha Womens University)

#### ABSTRACT

To study the effect of IAA on the growth of *Chlorella*, the algae were cultured on the media for six days by bubbling CO<sub>2</sub> enriched air under 10K lux at 20-25°C. The culture media were made by adding a concentration of 10<sup>-3</sup> M, 10<sup>-4</sup> M, and 0 M (as a control) IAA to the standard media. During the period of culture, *Chlorella* was sampled for the given time of interval and photosynthetic and respiratory activities were measured by Warburg manometer and change of chemical components of *Chlorella* was determined by spectrophotometry after the *Chlorella* cell was fractionated by Schmidt-Thannhauser method.

- 1) Photosynthetic and respiratory activities were enhanced by IAA; especially the enhancement of respiratory activity was so remarkable.
- 2) As to the chemical components of *Chlorella*, carbohydrates and amino acids were reduced a little but phosphate, RNA, DNA, and protein were increased by 10<sup>-3</sup> M IAA; the increase of RNA, in particular, was noticeable.
- 3) The above results suggest that the enhancement of growth of *Chlorella*, by IAA and ATP induced by respiratory activity accelerated with IAA enhanced RNA synthesis, resulting in an increase of protein synthesis.

#### 緒 論

Went (1926)에 의한 auxin 물질의 발견과 Kögl 등 (1934)에 의한 indole acetic acid (IAA)의 分離同定에 따른 IAA와 식물생장과의 관계에 대한 연구는 매우 방대한데, 대체로 이 분야의 연구는 IAA의 식물중에 따른 作用性, 식물의 조직 및 기관별 反應樣態, 물질대사와의 관계, 그리고 作用機構 및 실험면 등을 追求하면서 계속되어 왔다.

이 가운데서 IAA와 代謝와의 관계에 관

한 연구는 광합성 (Kuryanov, 1967), 호흡 (Bonner, 1934), 糖代謝 (Van Hove, 1968) 磷代謝 (Kulakova, 1968), 그리고 생합성 특히 adenosinetriphosphate (ATP) (French & Beevers, 1968), 핵산 (Silberger & Skoog, 1953) 및 단백질 (Key & Hanson, 1961) 등의 합성에 관한 것이 있었고 單細胞藻類의 생장과 IAA와의 관계에 관한 것은 Ahmad & Alan (1968)이 綠藻 및 藍藻에서 보고한 바 있다.

본 연구에서는 *Chlorella*의 생장과 代謝에

미치는 IAA의 영향을 밝히고자, *Chlorella*의 호흡 및 광합성에 미치는 IAA의 영향을 측정하고 배양과정을 통한 체물질의 生成能에 미치는 IAA의 영향을 측정하여 IAA의 성장촉진 효과를 해석한 결과, 몇 가지 소견을 얻었기에 보고하는 바이다.

材料 및 方法

*Chlorella ellipsoidea*를 M 4 N 배지 (Tamiya 등, 1953)에 접종하여 20~25°C, 10 Klux 하에서 CO<sub>2</sub> (2~5%) 함유공기를 공급하면서 배양하되 IAA 농도는 각각 0, 10<sup>-5</sup>, 10<sup>-4</sup> 및 10<sup>-3</sup>M이 되게 하였다. 이것을 6일간 배양하면서 배양시초와 제 1, 2, 4 및 6일에 각각 배양액의 일정량을 채취하여 여러가지 측정 試料로 하였다.

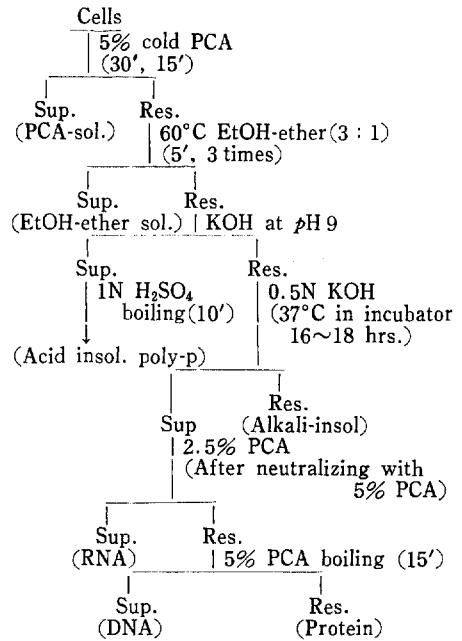
*Chlorella*의 생장은 packed cell volume으로, 호흡과 광합성은 Warburg 검압계로 측정한 Q<sub>o2</sub>로 표시하였다.

*Chlorella*의 체물질함량은 성장촉진 효과가 가장 높은 IAA 10<sup>-3</sup> M에서의 것과 대조구에서의 것의 試料를 채취하여 M/500 K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 용액으로 3회 씻은 후 Schmidt-Thannhauser (1945)의 방법에 따라 PCA-soluble, EtOH-ether soluble, alkali-insoluble, ribonucleic acid (RNA), deoxyribonucleic acid (DNA) 및 protein 등 여러가지 fraction으로 나누어 아래와 같이 정량하였다.

RNA 및 DNA량은 RNA 및 DNA fraction의 일부를 취하여 spectrophotometry로 OD. 260mμ에서 측정하였고 alkali-labile 및 alkali-stable protein량은 RNA fraction 및 殘渣의 일부를 취하여 micro-kjeldahl flask 내에서 5N H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>로 가수분해한 후 Trolla & Cannan (1953)의 방법에 따라 ninhydrin으로 呈色시켜 OD. 570mμ에서 측정하였다.

Carbohydrate량은 anthrone method (Scott & Melvin, 1953)에 의하여 가수분해된 PCA-soluble, EtOH-ether soluble 및 alkali-insoluble fraction을 anthrone으로 呈色시켜 OD. 625mμ에서 측정하였다.

Table 1. Fractionation of various compounds in *Chlorella* cells. (by Schmidt-Thannhauser method)



Phosphate는 각 fraction의 인산화합물을 Kjeldahl flask 내에서 가수분해시켜 유리된 무기인산량을 Fiske-Subbarow 법 (1925)에 따라 eiconogen으로 呈色시켜 OD 660mμ에서 측정하였다.

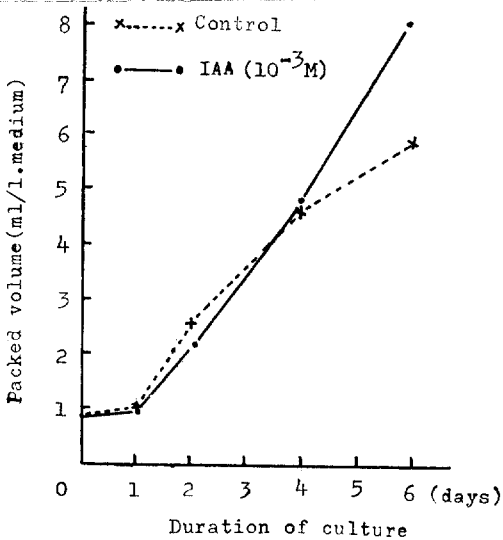
結果 및 考察

1) *Chlorella*의 성장에 미치는 IAA의 영향

Table 2에서 보는 바와 같이 배양 제 6일에 있어서는 IAA 처리구가 대조구에 비하여 모두 생장이 촉진되었는데 이 실험의 농도 범위에 있어서는 IAA 농도가 높아짐에 따라 성장도 더욱 촉진되었음을 알 수 있다. 가장 성장촉진효과가 높은 10<sup>-3</sup>M 농도에서의 성장결과를 Fig 1.에서 보면 배양제 1, 2일에는 생장이 약간 억제되었다가 제 3 내지는 4일에 와서 부터 대조구를 능가하기 시작하여 제 6일에 이르러서는 대조구의 배양량 1l 당 5.80ml에 비하여 7.97ml의 성장증가를 나타내고 있다.

**Table 2.** The effects of IAA of various concentrations on the growth of *Chlorella* cells during the culture (ml/l. medium)

Duration of culture(days)	Conc. of IAA			
	Control	10 <sup>-5</sup> M	10 <sup>-4</sup> M	10 <sup>-3</sup> M
0	0.82	0.82	0.82	0.82
1	1.00	1.08	1.15	0.93
2	2.50	2.55	2.36	2.10
4	4.55	4.56	4.54	4.80
6	5.80	6.23	6.82	7.97



**Fig. 1.** Growth of *Chlorella* treated with IAA (10<sup>-3</sup>M) during the culture.

2) *Chlorella* 의 광합성에 미치는 IAA 의 영향  
*Chlorella* 의 광합성에 미치는 IAA 의 영향은 이 실험농도 범위에서는 촉진적으로 작용하고 있으며 Table 3에서 보는 바와 같이 IAA 농도가 높아짐에 따라 촉진효과를 더하여 10<sup>-3</sup>M에서는 그 Q<sub>O<sub>2</sub></sub>가 대조구의 42.59에 대하여 49.88로서 약 16%의 증가를 보이고 있다.

**Table 3.** The effects of IAA on the photosynthetic activity of *Chlorella* cells.

Conc. of IAA	Control	10 <sup>-5</sup> M	10 <sup>-4</sup> M	10 <sup>-3</sup> M
Q <sub>O<sub>2</sub></sub>	42.95	44.59	45.94	49.88

3) *Chlorella* 의 호흡에 미치는 IAA 의 영향  
 호흡에 대한 IAA 의 영향은 매우 뚜렷하

여 Table 4에서와 같이 IAA 의 농도가 높아짐에 따라 촉진효과도 급증하여 10<sup>-3</sup>M에서는 Q<sub>O<sub>2</sub></sub>에 있어서 대조구의 1.25에 대하여 endogenous respiration에서 7.39였고 glucose respiration에서는 대조구의 5.87에 대하여 18.24이어서 큰 촉진효과가 있음을 보이고 있다.

**Table 4.** The effects of IAA on the respiratory activity of *Chlorella* cells.

Conc. of IAA	Respiration	
	Endogenous (Q <sub>O<sub>2</sub></sub> )	Glucose (Q <sub>O<sub>2</sub></sub> )
Control	1.25	5.87
10 <sup>-4</sup> M	1.52	6.08
10 <sup>-5</sup> M	5.66	12.05
10 <sup>-3</sup> M	7.39	18.24

**Table 5.** Amounts of carbohydrates in each fractions of *Chlorella* cells treated with IAA (10<sup>-3</sup>M) during the culture.

Fraction	Duration of culture (days)	Amount (μM/l. medium)	
		Control	IAA (10 <sup>-3</sup> M)
PCA-sol.	0	8.58	8.58
	1	13.50	15.50
	2	14.47	18.21
	4	20.85	23.51
	6	34.10	35.10
	EtOH-ether sol.	0	5.58
1		10.85	9.15
2		21.55	13.75
4		22.11	20.77
6		34.20	31.81
Alkali-insol.		0	8.36
	1	9.65	9.75
	2	20.23	21.11
	4	28.00	30.21
	6	34.50	35.52
	Total	0	22.52
1		34.00	34.40
2		56.25	53.07
4		70.00	74.49
6		102.80	102.43

4) *Chlorella* 세포의 탄수화물함량에 미치는 IAA의 영향

IAA( $10^{-3}M$ )에 의한 *Chlorella* 세포의 carbohydrate 함량의 변화는 Table 5 와 Fig. 2 에서 보는 바와 같이 單糖類 및 寡糖類를 주로 함유하는 PCA-sol. fraction 과 주로 多糖類를 함유하는 alkali-insol. fraction 에서는 IAA 에 의하여 약간 증가된 경향을 나타내고 주로 糖脂質계통을 많이 함유하는 EtOH-ether sol. fraction 에서는 배양량 1/당 대조

구의 34.20 $\mu M$ 에 대하여 IAA( $10^{-3}M$ ) 처리구에서는 31.81 $\mu M$ 로서 약간 감소된 경향을 나타내고 있다. 그리고 total carbohydrate 에 있어서는 대조구와 IAA( $10^{-3}M$ ) 처리구 사이에 이렇다 할 차이가 없다.

5) *Chlorella* 세포의 인산화합물함량에 미치는 IAA의 영향

Phosphate는 Table 6에서와 같이 IAA ( $10^{-3}M$ )에 의하여 그 全量에 있어서 배양량

Table 6. Amounts of phosphates in each fractions of *Chlorella* cells treated with IAA( $10^{-3}M$ ) during the culture.

Fraction	Duration of culture (days)	Amount( $\mu M$ /l. medium)	
		Control	IAA( $10^{-3}M$ )
PCA-sol.	0	3.22	3.22
	1	5.65	6.95
	2	9.80	13.95
	4	17.40	24.66
	6	24.05	39.10
	EtOH-ether sol.	0	0.82
1		2.35	2.50
2		3.60	3.65
4		6.83	5.16
6		13.60	12.40
Protein		0	1.60
	1	3.15	3.00
	2	3.65	3.75
	4	4.89	5.69
	6	7.30	9.80
	Acid-insol. Poly-P.	0	1.62
1		3.85	3.65
2		4.70	4.55
4		6.30	5.76
6		11.30	10.70
Total		0	7.26
	1	15.00	16.10
	2	21.75	25.90
	4	35.42	41.27
	6	56.25	72.00

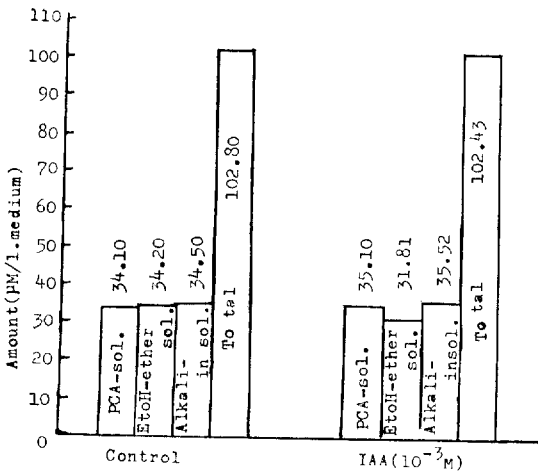


Fig 2. Amounts of carbohydrates in each fractions of *Chlorella* cells treated with IAA( $10^{-3}M$ ) after 6th day of the culture.

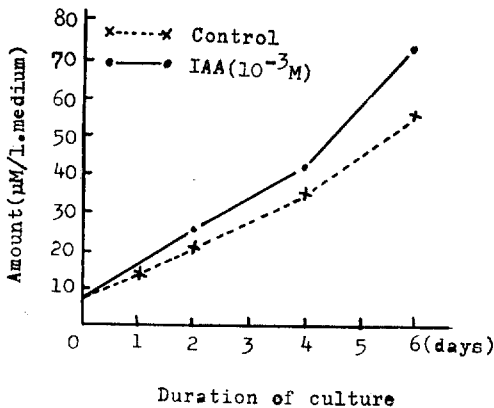


Fig 3. Amounts of total phosphate of *Chlorella* cells treated with IAA( $10^{-3}M$ ) during the culture.

1l 당 대조구의 56.25 $\mu$ M 에 대하여 72.00 $\mu$ M 로서 증가하였는데, 그 內譯을 살펴보면 sugar-phosphate 나 nucleotide-phosphate 와 acid sol. poly-p 를 많이 함유하는 PCA-soluble fraction 과, protein-linked phosphate 를 주로 함유하는 protein fraction 에서는 phosphate 가 증가하였으나, phospholipid 계통을 주로 함유하는 EtOH-ether soluble fraction 과 acid insol. poly-phosphate fraction 에서의 phosphate 는 오히려 감소된 결향을 나타내고 있다.

Total phosphate 의 IAA 에 의한 증가경과를 Fig.3 에서 살펴 보면 대조구에 비하여 배양초기에서부터 증가하기 시작하여 제 6 일에 이르러서는 대조구보다 약 28%의 증가를 보여주고 있다. 특히 뒤에 나올 RNA 및 DNA 의 增加에 따른 그들 함유의 phosphate 마저 加算한다면 더 많은 phosphate 의 增量이 IAA 에 의하여 초래된다고 생각된다.

6) *Chlorella* 세포의 핵산(RNA, DNA)함량에 미치는 IAA 의 영향

핵산 가운데서 RNA 함량은 Table 7 과 Fig. 4 에서 보는 바와 같이 IAA( $10^{-3}$ M)에 의하여 배양초기에는 약간 감소되는듯 하다

Table 7. UV-absorbancy in the fractions of RNA and DNA of *Chlorella* cells treated with IAA( $10^{-3}$ M) during the culture.

Fraction	Duration of culture (days)	UV absorbancy (at 260m $\mu$ )	
		Control	IAA ( $10^{-3}$ M)
RNA	0	0.11	0.11
	1	0.34	0.34
	2	1.00	0.97
	4	1.26	1.77
	6	1.43	2.21
DNA	0	0.04	0.04
	1	0.06	0.05
	2	0.18	0.14
	4	0.21	0.35
	6	0.30	0.43

가 배양제 4 일에서 부터 대조구를 증가하기 시작하여 배양 제 6 일에는 대조구의 1.43에 대하여 2.21의 증가를 보이고 있다.

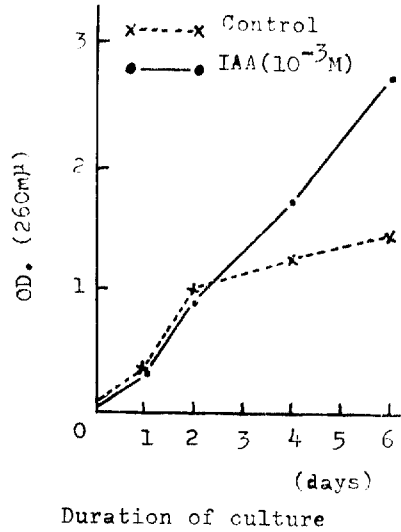


Fig. 4. UV-absorbancy in RNA fraction of *Chlorella* cells treated with IAA( $10^{-3}$ M) during the culture.

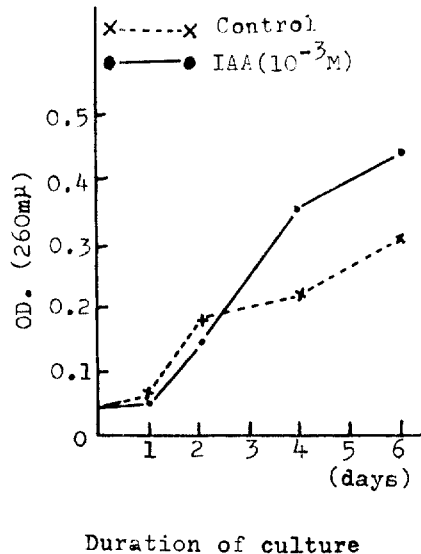


Fig. 5. UV-absorbancy in DNA fraction of *Chlorella* cells treated with IAA( $10^{-3}$ M) during the culture.

한편 DNA 함량도 Table 7 과 Fig.5 에 제시한 대로 RNA 의 그것과 거의 비슷한 양상으로 증가되었는데 IAA 에 의하여 배양제 6 일에는 대조구의 0.30 에 비하여 0.43 으로서 증가를 보여 주고 있다. 그런데 *Chlorella* 세포의 DNA 함량은 RNA 에 비하여 훨씬 적었다.

7) *Chlorella* 세포의 아미노산과 단백질 함량에 미치는 IAA 의 영향

우선 PCA-soluble fraction 에 주로 함유되어 있는 amino acid 는 Table 8 과 Fig. 6 에서 보는 바와 같이 배양량 1l 당 대조구의 147.62 $\mu$ M 에 대하여 IAA( $10^{-8}$ M) 처리구가 132.96 $\mu$ M 로서 약간의 감소를 나타내고 있다. 이와 같은 경향은 배양초기에서부터 제

Table 8. Amounts of amino acid and protein in each fractions of *Chlorella* cells treated with IAA( $10^{-8}$ M) during the culture.

Fraction	Duration of culture (days)	Amount ( $\mu$ M/l. medium)		
		Control	IAA ( $10^{-8}$ M)	
PCA-sol. (amino acids)	0	5.46	5.46	
	1	13.35	12.23	
	2	46.50	38.93	
	4	113.62	96.90	
	6	147.62	132.96	
	Protein	Alkali-labile	0	3.40
1			10.10	10.20
2			21.44	16.21
4			36.10	50.23
6			95.50	112.52
Alkali-stable			0	46.50
		1	127.50	97.50
		2	168.75	142.50
		4	229.24	241.30
		6	300.00	337.50
		Total	0	49.90
1			137.60	107.70
2			190.19	158.71
4			265.34	291.53
6			395.50	450.02

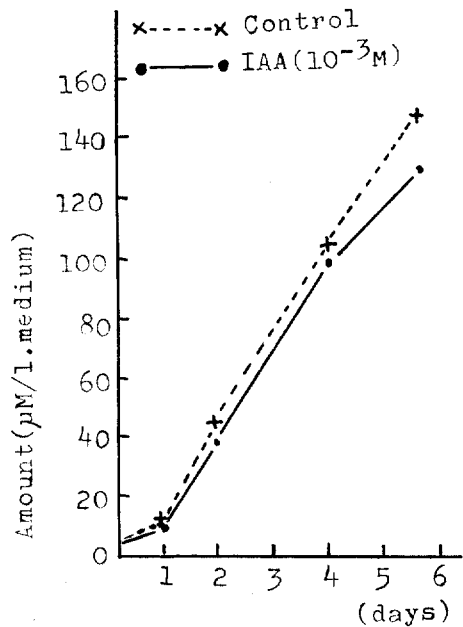


Fig. 6. Amounts of amino acid of *Chlorella* cells treated with IAA( $10^{-8}$ M) during the culture.

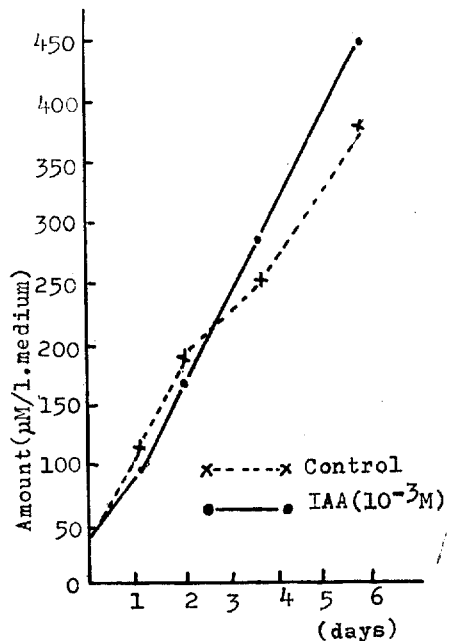


Fig. 7. Amounts of total protein of *Chlorella* cells treated with IAA( $10^{-8}$ M) during the culture.

6 일에 이르기까지 비슷하였다.

다음 protein 함량은 alkali-labile 한 것이나 alkali-stable 한 것을 막론하고 IAA 처리에 의하여 모두 증가되었고(Table 8) total protein 으로는 대조구에 비하여 IAA 처리구가 배양제 6 일에 14% 정도의 증가를 보이고 있다(Fig.7).

그러나 배양초기에는 오히려 protein 함량이 약간 저하된 것을 볼 수 있다.

IAA 에 의한 식물의 성장촉진효과는, 고등식물에 관한 報文은 비교적 많으나 하등식물, 특히 單細胞藻類에 대한 것은 매우 적다.

Tamiya 등 (1962)은 *Chlorella* 에서, 그리고 Ahmad & Alan (1968)은 녹조인 *Chlorella* 와 남조인 *Anacystis* 를 재료로 하여 보고하고 있을 정도이다.

본 실험에 있어서 *Chlorella ellipsoidea* 는 IAA  $10^{-3}M$  에서 최대성장촉진이 있었는데 그것은 배양후기(제4~6일)에 와서 현저하였다.

이제 이와 같은 IAA 의 *Chlorella* 에 대한 성장촉진효과를 *Chlorella* 세포의 一次의 인체물질의 생산 및 소비, 그리고 高分子합성과 관련된 면에서 여러 報文과 저자의 실험결과를 토대로 검토하여 볼까 한다.

광합성이 콩(大豆) (Kuryanov, 1967)과 *Elodea* 및 *Myriophyllum*(Voica, 1968)에서 IAA 에 의하여 각각 촉진된다는 보고들은 Table 4 해서 볼 수 있는 저자의 실험결과와 잘 부합된다.

Feierabend (1970)에 의하면 광합성에 관련된 carboxy-dismutase 와 phosphoglyceraldehyde (PGAL) dehydrogenase 의 activity 가 IAA 의 성장촉진 농도 ( $10^{-3} \sim 10^{-4}M$ )에서 촉진된다고 하였는데, IAA 에 의한 광합성의 촉진은 아마도 Calvin 回路에 關聯된 몇가지 효소의 活性을 높이므로서 이루어지는 것 같다.

한편 IAA 에 의한 호흡의 촉진은 일찌기 Bonner (1934)가 *Avena* 子葉鞘에서, 그리고 옥수수 子葉鞘(French & Beevers, 1953),

감자의 塊莖(Hackett & Thimann, 1953), 고구마의 球根(Okamoto 등 1966), 완두의 芽生(Yakushkina & Kulakova, 1967) 등에서 보고 되고 있는데 Table 5에서 보는 바와 같이 *Chlorella* 에서도 같은 효과를 가져왔다.

IAA 에 의한 호흡촉진의 최적농도 ( $10^{-3} \sim 10^{-4}M$ )는 성장촉진의 최적농도와도 잘 일치하며 (Frech & Beevers, 1953), 嫌氣條件이나 CN (Bonner, 1934), 解糖系를 저해하는 NaF (Van Hove, 1968), TCA 回路 저해제인 monofluoro acetic acetic (MFAA) (Thimann & Bonner, 1949) 등으로 호흡을 저해하면 IAA 에 의한 성장촉진이 억제되는 것으로 보아 IAA 의 성장촉진이 호흡과 밀접하게 관련되어 있음을 알 수 있다.

Hexokinase (Zemlyanukhin & Zvyagintsev, 1969)와 citric acid (Sarkissian & Spelsberg, 1965)의 합성효소활성이 IAA 에 의하여 촉진된다는 보고도 있다.

이와 같은 사실들로 미루어 볼 때 IAA 에 의한 *Chlorella* 의 성장촉진도 IAA 에 의한 호흡의 촉진이 뒷받침되어 있다고 보아야 할 것 같다.

이미 앞에서 언급한대로 *Chlorella* 에서 IAA 에 의한 광합성의 촉진과 호흡의 증대가 아울러 있다면 당연히 carbohydrate 의 광합성에 의한 증량과 호흡에 의한 감량이 기대될 수 있으며, 이 증감이 어느 쪽으로 기울어지느냐고 하는데 따라 *Chlorella* 세포의 carbohydrate 함량이 결정되며 다른 체구성물질의 合成素材로서 소비되는 carbohydrate 의 양도 아울러 고려에 넣어야 할 것이다.

IAA 로 처리된 *Chlorella* 세포의 carbohydrate 함량에 있어서 저자의 실험에서는 單糖類와 寡糖類 및 多糖類 따위는 약간 증가하였는데, 精脂質 계통은 약간 감소하고 있다(Table 5, Fig. 2).

IAA 에 의하여 현저한 호흡촉진과 뒤에 언급될 高分子합성이 증가하였음에도 불구하고 單糖類, 寡糖類 및 多糖類의 약간씩의 증가가 있었다고 하는 것은 IAA 에 의한 광합

성의 촉진과 아울러 IAA 에 의한 cellulase activity 의 증대 (Fam & Maclachlan, 1967, Davies & Maclachlan, 1968), 호흡촉진농도의 IAA 에 의한  $\alpha$ -amylase activity 의 저하 (Tanimoto & Masuda, 1968) 등의 보고를 감안하여吟味하여 보아야 할 것이다. 그리고 Van Hove (1968)는 IAA 에 의한 호흡촉진은 직접 糖을 쓰기 보다는 脂質의 당 전환 이용을 촉진한다고 하였는데 저자의 실험에서 糖脂質이 약간 감소된 것은 이러한 면에서 고찰하여 볼 수도 있을 것 같다. 이와 같이 IAA 에 따른 *Chlorella* 세포의 carborydrate 는 계열별로는 약간씩의 증감이 있었으나 그 全量에서 볼 때는 이렇다 할 증감이 없으므로 IAA 에 의한 *Chlorella* 의 성장촉진이 carbohydrate 의 촉진에 따른 것이 아님을 알 수 있다.

IAA 에 의한 *Chlorella* 세포의 phosphate 함량은 저자의 실험에서는 그 全量에 있어서 대조구 보다 약 28%의 증가를 보였는데 (Table 6 참조), 이것은 주로 호흡과 직결된 sugar-phosphate 나 high energy P- 화합물 등이 많이 들어 있는 PCA-soluble fraction 에서의 phosphate 증량에 起因된 것을 알 수 있다.

Kulakova (1968)는  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  의 공급이 있어야만 IAA 에 의한 성장촉진이 진행되며, 이것은 ATP 의 합성이 이루어질 수 있기 때문이라고 하였고, Nooden (1968)는 돼지감자 塊莖片의  $^{32}\text{P}$  의 흡수가 IAA 에 의하여 촉진된다고 하였다.

그리고 Yakushkina & Kulakova (1967)는 호흡에 따른 ATP 형성이, Bianchetti (1966)는 hexosephosphate 와 ~P 화합물의 생성이, 다시 Yakushkina & Kulakova (1968)는 mitochondria 에서 성장과 직결된 ATP 형성이, 그리고 Palmer (1970)는 phosphatase activity 가 IAA 에 의하여 촉진된다고 하였는데, 이와 같은 사실들은 sugar-phosphate 와 high energy P-화합물이 IAA 에 의하여 증가된 저자의 실험결과와도 부합되는 것 같다.

핵산 특히 RNA 의 생합성을 IAA 가 촉진한다고 하는 報文은 비교적 많은 편인데 Biswas & Sen (1959)은 벼의 芽生에서  $^{32}\text{P}$  의 RNA 와 DNA 에의 결합(incorporation)이 IAA 에 의하여 촉진된다고 하였으며, Silberger & Skoog (1953)는 담배의 속(Pith) 세포에서 IAA 처리로 RNA 와 DNA 의 증가를 보았고, RNA 량과 생장은 평행관계에 있었다고 하였다. Fam & Maclachlan (1967)은 IAA 처리 3 일 후에 완두 芽生의 RNA 량이 3 배, DNA 량이 2 배로 증가하였음을 보고 하였다. 저자 실험의 *Chlorella* 에서는 IAA 처리 6 일 후에 대조구에 비하여 RNA 량 2 배, DNA 량 1.5 배 정도의 증가가 있었다 (Table 7, Fig. 4,5 참조).

Pilet (1969)는 Lens 콩에서 RNase 의 처리로 IAA 의 성장촉진 효과가 소멸됨을 보았고, Truelsen (1967)은 밀 子葉鞘에서 IAA  $10^{-5}\text{M}$  농도가 RNase activity 를 저하시킴과 아울러 신장(伸長) 성장을 촉진시키고 RNase activity 의 저하와 RNA 의 증량이 직결되어 있음을 지적하였다. 그런데 Nooden (1968)은 완두 芽生에서 fluorouracil (FU)로 RNA 형성을 저지시켜도 IAA 에 의한 성장촉진이 있었다고 하여 IAA 에 의한 RNA 의 증가와 성장촉진간에는 직접적인 관계가 없는 것 같다고 하였다.

Trewavas (1968)는 IAA 에 의한 RNA 의 증가가 특히 ribosome 에서 뚜렷한 것을 들어 ribosomal RNA (r-RNA)의 합성이 IAA 에 의하여 촉진되는 것 같다고 하였고, Ingle 등 (1965)은 IAA 에 의하여 증가되는 RNA 가, 그 S 값이 r-RNA 와 transfer-RNA (t-RNA)의 중간에 있고, 代謝 회전이 빠른 것으로 보아 messenger RNA (m-RNA)인 것 같다고 추정하였다. 나아가서 Key (1964)는 IAA 에 의한 생산촉진은 특수 RNA 의 합성에 따른 특정 단백질의 생성에 기인되는 것 같다고 하였다. 저자 실험의 *Chlorella* 에서는 IAA 에 의하여 증가된 RNA 가 어떤 종류의 것인지는 단정할 수 없으나 세포내에 있어서의 RNA 의 기능으로 미루어 볼 때 RNA



의 증가가 protein의 증가로 이어질 것은 거의 틀림 없을 것이다.

Key & Hanson (1961)은 大豆 芽生에서 IAA에 의하여  $^{14}\text{C}$ -amino acid의 protein에의 결합이 촉진되어 25~30%의 protein 증가가 있었다고 하였고, Nižvã (1968)는 완두와 옥수수에서 IAA에 의한 protein 합성을 chloramphenicol로 지해하면 amino acid의 축적이 초래되며, protein 합성의 촉진은 amino acid의 감소를 예측하게 한다고 하였다.

저자 실험의 *Chlorella*에서는 IAA에 의하여 14% 정도의 protein 증량과 10% 정도의 amino acid 감량이 나타났다.

이상에서의 여러 報文과 저자의 실험결과에 따른 고찰을 종합하여 보건대 IAA에 의하여 *Chlorella*의 생장이 촉진된 것은 IAA에 의한 광합성의 촉진, 그리고 호흡 卽, 解糖-TCA 回路의 촉진에 따른 ATP의 生成 增加가 생합성 特히 RNA의 增량을 가져 오고 이것은 나아가서 단백질 합성마저 높여 주게 된데 原因이 있는 것 같다.

### 摘 要

*Chlorella*의 生長과 代謝에 미치는 IAA의 영향을 究明하고자 IAA( $10^{-8}\text{M}$ ) 처리에 따른 *Chlorella*의 生長, 光合成 및 呼吸을 측정하고, 아울러 體物質 卽 탄수화물, 인산화합물, 핵산(RNA, DNA), 아미노산 및 단백질을 분석정량 하여 보았다.

그 결과 대조구에 비하여

- 1). 生長 37%, 광합성 16%, 호흡(endogenous) 6배의 촉진이 있었고.
- 2). 아미노산은 10%정도 감소하였으나 탄수화물은 이렇다할 차이가 없었다.
- 3). 그리고 인산화합물 28%, RNA 2배, DNA 1.5배, 단백질 14%의 增량이 있었다.

이것은 IAA에 의한 *Chlorella*의 生長 촉진이 당이나 其他 탄수화물의 蓄積에서 보다는, 呼吸촉진에 따른 ATP의 增加가 RNA의 生合成을 촉진하고, 이것이 나아가 단백질 합성을 촉진한데 起因되는 것이라고 보여진다.

## 引用文獻

1. Ahmad, M.R. and W. Alan, 1968. Studies on the hormonal relationship of algae in pure culture. I. The effect of indole-3-acetic acid on the growth of blue-green and green algae. *Planta*, **78**, 277-286.
2. Bianchetti, R., 1966. Metabolic responses to auxin. VIII. Auxin effects in the presence of 2,4-dinitro-phenol. *Ital. J. Biochem.*, **15**, 420-429.
3. Biswas, B.B. and S.P. Sen, 1959. Relationship between auxins and nucleic acid synthesis in coleoptile tissues. *Nature*, **183**, 1824-1835.
4. Bonner, J., 1934. The action of the plant growth hormone. *J. Gen. Physiol.*, **17**, 63-76.
5. Davies, E. and G.A. Maclachlan, 1968. Effects of indole acetic acid on intracellular distribution of  $\beta$ -glucanase activities in the pea epicotyl. *Arch. Biochem. Biophys.*, **128**, 595-600.
6. Fam, Der-Fong and G.A. Maclachlan, 1967. Massive synthesis of ribonucleic acid and cellulase in the pea epicotyl in response to auxin with and without concurrent cell division. *Plant Physiol.*, **42**, 1114-1122.
7. Feierabend, J., 1970. Characterization of cytokinin action on enzyme formation during the development of the photosynthetic apparatus in rye seedlings. Enzymes of the reductive and oxidative in pentose phosphate cycles. *Planta*, **94**, 1-15.
8. Fiske, C.H. and Y. Subbarow, 1925. The colorimetric determination of phosphorus. *J. Biol. Chem.*, **66**, 375.
9. French, R.C. and H. Beevers, 1953. Respiratory and growth responses induced by growth regulators and allied compounds. *Am. J. Bot.*, **40**, 660-672.
10. Ingle, J., J. I. Key and R. E. Holm, 1965. Demonstration and characterization of a DNA-like RNA in excised plant tissue. *J. Mol. Biol.*, **11**, 730-737.
11. Key, J. L., 1964. Ribonucleic acid and protein synthesis as essential processes for cell elongation. *Plant Physiol.*, **39**, 365-375.
12. Key, J.L. and J.B. Hanson, 1961. Some effects of 2,4-dichlorophenoxy acetic acid on soluble nucleotides and nucleic acid of soybean seedlings. *Plant Physiol.*, **36**, 145-151.
13. Kögl, F., A.J. Haagen Smit and H. Erxleben, 1934. Über ein neues Auxin (hetrauxin) aus Harn. XI. Mitteilung. *Z. Physiol. Chem.*, **228**, 90-103.
14. Kulakova, I.A., 1968. The interaction of auxin and phosphorus in the plant. *Uch. Zap. Mosk. Obl. Pedagog. Inst.*, **169**, 159-165.
15. Kuryanov, V.I., 1967. The effect of physiologically active substances on photosynthesis in soybean. *Zap. Voronezh. Selskokhoz. Inst.*, **34**, 188-192.
16. Hackett, D.P. and K.V. Thimann, 1953. The nature of the auxin-induced water uptake by potato tissue. II. The relation between respiration and water absorption. *Am. J. Bot.*, **40**, 183-191.
17. Nižvá, E., 1968. Influence of chloramphenicols on the content nitrogenous compounds and on the water absorption by plant roots. *Biologia*, **23**, 508-522.
18. Nooden, L.D., 1968. Studies on the role of RNA synthesis in auxin induction of cell enlargement. *Plant Physiol.*, **43**, 140-150.
19. Okamoto, S., Y. Oji and G. Izawa, 1966. The variation of the respiration with aging in sweet potato slices. *Sci. Rep. Hyogo univ. Agr. Ser. Agr. Chem.*, **7**, 34-38.
20. Palmer, J. J., 1970. The induction of phosphatase activity in thin slices of Jerusalem artichoke tissue by treatment with IAA. *Planta*, **93**, 53-59.
21. Pilet, P.E., 1969. Combined effect of indole acetic acid and a ribonuclease upon growth. C.R. Hebd. Seances Acad. Sci. Ser. D. Sci. *Nature*. (Paris) **268**, 930-932.
22. Sarkissian, I. V., T. C. Spelsberg, 1964. Indole acetic acid. II. Mechanism of action. *Plant Physiol.*, **39**, XVI.
23. Schmidt, G. and S. J. Thannhauser, 1945. A method for the determination of desoxyribonucleic acid, ribonucleic acid and phosphoprotein

- in animal tissues. *J. Biol. Chem.*, **161**, 83-89.
24. Scott, T.A. and E.H. Melvin, 1953. Methods in carbohydrate analysis. *Anal. Chem.*, **25**, 1650.
25. Silberger, J. and F. Skoog, 1953. Changes induced by indole-acetic acid in nucleic acid contents and growth of tobacco pith tissue. *Science*, **118**, 443-449.
26. Tamiya, H., K. Shibata, T. Sasa, T. Iwamura and Y. Morimura, 1953. Effect of diurnally intermittent illumination on the growth and some cellular characteristics of *Chlorella*. Carnegie Inst. Wash. Publ. No. 600, 76-81.
27. Tamiya, H., Y. Morimura and M. Yokota, 1962. Effects of various antimetabolites upon the life of *Chlorella*. *Archiv. Für Mikrobiologie*, **42**, 4-16.
28. Tanimoto, E. and Y. Masuda, 1968. Effect of auxin on cell wall degrading enzyme. *Physiol. Plant.*, **21**, 820-826.
29. Thimann, K.V. and W.D. Bonner, 1949. Experiments on the growth and inhibition of isolated plant parts. No. II. The action of several enzyme inhibitors on the growth of the *Avena* coleoptile and on *Pisum internodes*. *Am. J. Bot.*, **36**, 213-219.
30. Trewavas, A. J., 1968. Effects of 3-indole acetic acid on the metabolism of ribonucleic acid (RNA) and protein in etiolated subapical sections of *Pisum sativum*. *Arch. Biochem. Biophys.*, **123**, 324-355.
31. Troll, W. and R.K. Cannan, 1953. A modified photometric ninhydrin method for the analysis of amino acid and imino acids. *J. Biol. Chem.*, **200**, 803-911.
32. Truelsen, T.A., 1967. Indole acetic acid induced decrease of the ribonuclease activity *in vivo*. *Physiol. Plant.*, **20**, 1112-1119.
33. Van Hove, C., 1968. The influence of auxin on growth and glycolysis-Krebs cycle pathway as affected by malonic acid, monoiodo acetic acid and sodium fluoride. *Z. Pflanzen Physiol.*, **58**, 395-401.
34. Voica, C., 1968. The influence of some heteroauxin on photosynthesis intensity. *Rev. Roum. Biol. Ser. Bot.*, **13**, 331-334.
35. Went, F.W., 1926. On growth-accelerating substances in coleoptile of *Avena sativa*. *Proc. Kon. Akad. Wetensch. Amsterdam*, **30**, 10-19.
36. Yakushkina, N. I. and I. A. Kulakova, 1967. The problem of the mechanism of the action of auxin on the growth of etiolated pea shoots. *Uch. Zap. Mosk. Obl. Pedagog. Inst.*, **169**, 5-15.
37. Yakushkina, I. and I. A. Kulakova, 1968. Some features of the effect of heteroauxin on the growth of cells in the elongation phase. *Fiziol. Rast.*, **15**, 47-51.
38. Zemlyanukhin, A. A. and V. I. Zvyagintsev, 1969. Effect of heteroauxin on SH-groups and hexokinase activity. *Biokhimiya*, **34**, 35-39.