

# Citrus Callus의 P-fraction 조성에 미치는 수종 식물호르몬의 영향(1)

鄭 忠 德

The effect of various hormones on phosphorus fraction  
of *Citrus unshiu* Marc. (1).

Choong-duk Jung

## Summary

In suspension culture of *Citrus unshiu* Marc. cells, effect of plant hormones such as IAA, kinetin and GA<sub>3</sub> on the cell growth, uptake of phosphorus by the cells from the culture medium and changes in the amount of total phosphorus were observed. The results obtained from the present work are as follows :

Growth of the cells was promoted by 10<sup>-6</sup>M IAA, 10<sup>-5</sup>M kinetin and 10<sup>-4</sup>M to 10<sup>-3</sup>M GA<sub>3</sub> respectively.

The total phosphorus contents of cells on the 9th day of culture were 4.77mg/g dry weight with 10<sup>-6</sup> IAA, 4.42mg/g dry weight with 10<sup>-4</sup>M kinetin, and 4.68mg/g dry weight with 10<sup>-4</sup>M GA<sub>3</sub> respectively, all of which are higher than those of the control.

By the 9th day of culture, 14.8% of the phosphorus in the medium was taken up by the cells for the control, 33% for 10<sup>-6</sup>M IAA, 27.1% for 10<sup>-4</sup>M kinetin, and 29.9% for 10<sup>-4</sup>M GA<sub>3</sub>, respectively.

## 緒 言

본 실험은 식물체내의 필수 구성성분인 인이 식물생장 촉진 호르몬인 IAA, Kinetin, Gibberellin에 의해 세포내 조성에 어떤 영향을 받는가를 밝히려 한다.

인은 식물체내에서 무기 및 유기인산염의 형태로 있고 (Prakash, 1966), (Bialeski, 1968), (Hall, 1966) 유기인산염은 가인산당류, 가인산알콜, 인지질, 인단백 등인데 가인산당류와 가인산알콜은 대사의 중간화합물로 알려져 있다. 친유성 화합물인 phospholipid는 lecithin이 그 전형적인 예이며 phosphatidyl ethanolamine과 함께 생체막의 필수적인 구성성분으로 존재한다. 또한 인은 에너지대사의

가장 기본이 되는 ATP를 구성한다. 그리고 핵산과 단백질에도 존재하여 세포질과 핵의 중요한 구성성분으로 알려져 있다.

한편 식물생장 촉진 호르몬에 대하여는 많은 연구가 진행되어 왔으며 최근 auxin의 일종인 2·4·D가 pea stem segment의 생장에 있어 건물중의 증가와 단백질의 합성등에 미치는 영향을 보고하였으며 (Rapoport, 1963) 콩의 hypocotyl tissue에 있어서 IAA에 의해 핵산의 합성이 증가됨을 발표하였다 (Key, 1963).

또한 Larry(1968)는 RNA의 합성에 IAA가 영향을 준다는 보고를 하였다.

Kinetin은 1955년 Miller가 추출한 후에 많은 연구가 이루어져 DNA, RNA, 단백질의 생합성에

## 2 는 문 집

kinetin이 영향을 미치며 또한 기관형성 및 Apical dominance, 개화 및 종자의 발아에도 영향을 주고 대사물질의 이동을 조절한다고 보고하였다(Helgeson, 1968). Gibberellin에 대하여는 Jacobs(1965)가 coleptioles에서 GA<sub>3</sub>가 특히 길이 신장을 촉진시킨다고 보고 하였으며 Maheshwari(1980) 등은 GA<sub>3</sub>가 생장에 관여하고 있다는 발표가 있었고 Rappaport (1967)와 Wielgat(1979) 등은 polyribosome과 RNA의 합성을 증가시키며 DNA의 합성도 증가시킨다고 보고 했다.

이상의 보고를 토대로하여 조직배양법(Unger, 1978), (Kochba, 1977), (Einset, 1978), (Kang, 1980, 1979), (Button, 1973), (Grinblat, 1971)을 이용하여 세포 level에서 IAA, Kinetin, Gibberellin의 농도에 따른 생장율, 전인의 함량변화, 배지내 인의 흡수율 조사하였다.

### 실험재료 및 방법

#### 실험 재료

본 실험에서 사용한 citrus Callus는 연세대학교 온실에서 재배중인 감귤(*Citrus unshiu* Marc.)의 미성숙과에서 1978년에 얻어 계속 재배배양 시킨 것이다.

#### 시 약

본 실험에서 사용한 시약은 Table 1과 같으며 phosphorus 정량시 sulfuric acid는 Mallin crodt, trichloroacetic acid와 ethyl ether는 Baker analyzed reagent, ammonium molybdate는 Merck, ascorbic acid는 SIGMA 제품을 사용하였다.

#### 실험 방법

##### 가. Callus제작

감귤의 미성숙과를 5×5×5mm<sup>3</sup>의 크기로 잘라 70% ethanol에서 1분, 10% calcium hypochlorite로 5분 소독한 후 무균수로 씻어 MS 한천배지에 이식하여 25±1°C 항온기(Precision, MFGR's 78~80)에서 암조건하에 callus를 유도하였다. 이것을 15일마다 계

**Table 1.** The composition of MS medium for culture of citrus callus PH 5.8

Macroelemets	mg/l
NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	1650
KNO <sub>3</sub>	1900
CaCl <sub>2</sub> . 2H <sub>2</sub> O	440
MgSO <sub>4</sub> . 7H <sub>2</sub> O	370
KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	170
Microelemets	mg/l
KI	0.83
H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	6.2
ZnSO <sub>4</sub> . 7H <sub>2</sub> O	8.6
Na <sub>2</sub> MoO <sub>4</sub> . 2H <sub>2</sub> O	0.25
CuSO <sub>4</sub> . 5H <sub>2</sub> O	0.025
Na <sub>2</sub> EDTA	37.3
FeSO <sub>4</sub> . 7H <sub>2</sub> O	27.8
Sucrose	30000
Vitamins	mg/l
Inositol	100
Nicotinic acid	0.5
Pyridoxin-HCl	0.5
Thiamine-HCl	0.5
Glycine	2.0
For callus induction	Agar 0.7% (W/W)

대배양을 하여 사용하였다.

##### 나. 배양액의 조성

기본배지로 MS 배지를 사용하였고 각 시험구의 호르몬의 농도는 예비실험을 통하여 10<sup>-4</sup>M, 10<sup>-5</sup>M, 10<sup>-6</sup>M로 하였으며 대조구는 호르몬 처리를 하지 않은 것임.

##### 다. Stock 및 Suspension Culture

###### 1) Stock

한천배지에서 자란 callus를 hormone의 전력을 없애기 위해 hormone을 첨가하지 않은 배지에서 3회반복 재배양한 후 액체배양배지에서 120RPM의 진탕

배양기(국제이화학기기, Model-SH)에 1ℓ의 Indentid shake flask를 이용하여 stock suspension 방법으로 배양하였다.

## 2) Suspension Culture

각 시험구별로 200ml Indentid shake flask에 media를 44ml 넣어 멸균하고 stock suspension을 5ml 접종한 후 autoclave에 의한 hormone의 열파괴 방지를 위해(Latham, 1978) bacterial filter cylinge (Gelman Instrument Co)를 이용하여 hormone 1ml를 주입시켜 전체 배양액의 부피가 50ml가 되게하고 이것을 다시 120 RPM의 진탕배양기에서  $25 \pm 1^\circ\text{C}$ 의 암 조건에서 배양하였다. 단, hormone의 희석시에 pH변화를 최소로 하기 위해 배양액에 녹여 사용한다.

## 생육조사 및 분석방법

### 가. 생육조사

건물중으로 본 생장율은 각 시험구별로 3일마다 시료를 채취하여 여과지(Toyo filter paper No. 2)로 여과한 후 건조기에 넣어  $80^\circ\text{C}$ 에서 24시간 건조한 후 1일간 상온에 방치하여 건물중을 측정하였다.

나. 호르몬 농도별 Total Phosphorus의 변화 황산에 의해 wet digestion시킨후 정량.

### 다. Phosphorus의 정량

Fiske-Subbarow의 방법(1925)을 개량시킨 P.S. Chen의 방법(1956)에 의해 Pye Unicam UV Visible Spectrophotometer(SP8-100)로 820nm에서 비색법으로 측정하였다.

## 결과 및 고찰

### 생육조사

#### 가. IAA처리구

Fig. 1은 배지내 IAA의 농도를  $10^{-4}\text{M}$ ,  $10^{-5}\text{M}$ ,  $10^{-6}\text{M}$ 로 처리하였을 때 생육상을 건물중으로 나타낸 것이다. 전체적으로 잠복기(0~3일), 대수생장기(3~9일), 안정기(9일 이후)로 성장양상이 뚜렷하였다. 대조구에서 처음 32.88mg/flask에서 안정기인 3일에 47.50mg/flask로 약 44%의 증가를 보이며, 9일에는

89.62mg/flask로 172%의 증가를 나타내었다. 그러나 안정기에서는 95.92mg/flask로 대수생장기에 비해 2.7%가 증가할 뿐이었다. 대조구의 생육에 대한 IAA  $10^{-6}\text{M}$ 처리구의 증가를 비교해 보면 배양 3일 후 60.08mg/flask로 대조구에 비해 26% 더 증가하고, 배양 9일 후에는 127.4mg/flask로 대조구에 비해 42% 더 높은 증가를 보인다. 그러나 배지내 IAA의 농도가 높은  $10^{-5}\text{M}$ 처리구는 오히려 잠복기에서 44.50mg/flask로 대조구에 비해 약 10% 생장이 억제되었다.  $10^{-4}\text{M}$ 경우 배양 3일후 대조구에 비해 30% 생장이 억제된 33.08mg/flask가 되었으며, 배양 9일후는 51.75mg/flask로 대조구에 비해 42% 생장이 억제된 현상을 나타내었다. 이러한 결과는 IAA의 고농도 처리에 의한 성장 억제효과(Schwimmer, 1968)로 보인다. 따라서 Citrus의 조직배양에 있어 IAA의 농도는  $10^{-6}\text{M}$  정도가 적당하다고 사료된다.

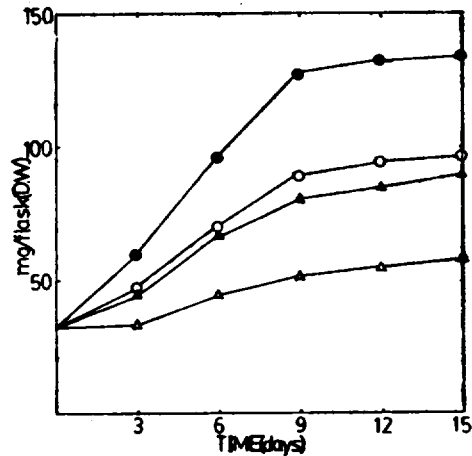


Fig. 1. Effect of various concentrations of IAA on dry weight of citrus callus. Control(○), IAA  $10^{-4}\text{M}$ (△), IAA  $10^{-5}\text{M}$ (▲), IAA  $10^{-6}\text{M}$ (●)

#### 나. Kinetin 처리구

Fig. 2는 배지내 Kinetin 농도를  $10^{-5}\text{M}$ ,  $10^{-6}\text{M}$ 의 순으로 처리한 후 건물중에 의한 생육상을 나타낸 것이다. IAA 처리구와 같이 전체적으로 잠복기, 대수생장기, 안정기의 변화를 나타내며, 농도차에 의한 성장 억제효과는 보이지 않고  $10^{-5}\text{M}$ 과  $10^{-6}\text{M}$  처리구의 건물중의 변화는 거의 같으며,  $10^{-6}\text{M}$  처리구는 상기 두

시험구의 생장에 비해 저조하나 대조구에 비해서는 증가함을 보여주었다.  $10^{-4}M$  처리구는 배양 3일후 5.87mg/flask로 대조구에 비해 17.6% 더 증가하였으며, 배양 9일 후에는 115.74mg/flask로 대조구에 비해 29% 더 증가하였다. 그러나  $10^{-6}M$  처리구는 대조구에 비해 배양 3일후 51.99mg/flask로 9.4%, 배양 9일 후에는 103.04mg/flask로 약 15%의 증가밖에 이루어 지지 않는다. 따라서 citrus의 조직배양에 있어 kinetin의 농도는  $10^{-5}M$  정도가 적당하다고 보며, 이것은 Murasage(1969)등의 Kinetin의 농도는  $0 \sim 10^{-6}M$ 에서 citrus callus에는 효과가 없다는 보고와는 차이가 있다.

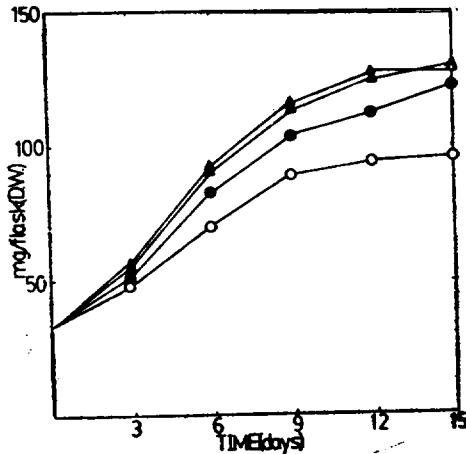


Fig. 2. Effect of various concentrations of kinetin on dry weight of citrus callus. Control (○), kinetin  $10^{-4}M$ (△), kinetin  $10^{-5}M$ (▲), kinetin  $10^{-6}M$ (○).

다. GA<sub>3</sub> 처리구

Fig. 3은 GA<sub>3</sub>의 배지내 농도를  $10^{-4}M$ ,  $10^{-5}M$ ,  $10^{-6}M$ 로 처리한 후 건물중에 의한 성장율의 변화이다. 전반적으로 성장율은 접종 후 급격한 증가를 나타내어 9일째 가장 높았고 그 이후 큰 변화는 없다. 처리농도별 성장율은  $10^{-6}M$  처리구의 경우  $10^{-4}M$ ,  $10^{-5}M$  처리구에 비해 저조하였지만 대조구에 비해서는 높으며 IAA를 처리하였을 때와 같은 성장억제 효과는 나타나지 않았다.  $10^{-4}M$  처리구의 경우 배양 3일후 62.06 mg/flask로 대조구에 비해 30% 더 증가하고, 배양 9일 후에는 131mg/flask로 46% 더 증가하여 IAA 및 kinetin 처리구 보다 더 높은 증가를 보인다. 따라서 이 결과는 Maheswari(1980)의 GA<sub>3</sub>가 생장에 관여한다는

보고와 일치함을 보여주며, citrus callus의 배양에 있어 배지내 GA<sub>3</sub>의 농도는  $10^{-4}M \sim 10^{-5}M$  정도가 적합함을 알 수 있었다.

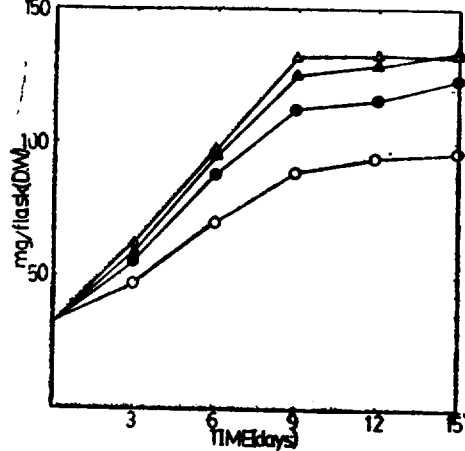


Fig. 3. Effect of various concentrations of gibberellin on dry weight of citrus callus. Control(○), GA<sub>3</sub>  $10^{-4}M$ (△), GA<sub>3</sub>  $10^{-5}M$ (▲), GA<sub>3</sub>  $10^{-6}M$ (●).

2. 전인의 함량에 미치는 식물 성장호르몬의 영향  
가. IAA

Fig. 4는 IAA농도별 처리에 따른 g건물중에 대한 total phosphorus 함량의 변화를 나타낸 것이다. 대조구는 성장시기에 따라 급격한 변화는 없었고 접종후 12일째 까지 점진적인 증가를 나타내었고 그후 감소하는 경향을 나타내었다. 즉 배양 3일후 3.62mg/g dry weight으로 6.8% 증가하며, 배양 9일후는 3.95mg/g dry weight으로 16.4%, 12일후는 4.04 mg/g dry weight으로 19% 증가하였다가 배양 15일에 3.93mg/g dry weight으로 감소하는 경향을 보였다. 그러나 IAA  $10^{-6}M$ 을 처리하였을 때 배양 3일후 3.78mg/g dry weight, 6일후 4.36mg/g dry weight, 9일후 4.77 mg/g dry weight으로 각각 대조구에 비해 15%, 18%, 21%로 급격한 증가를 보였다가 15일후 4.62mg/g dry weight으로 9일째가 가장 높았다.  $10^{-4}M$ ,  $10^{-5}M$  처리구의 경우 배양 12일과 15일째 각각 약간의 증가를 나타내었지만 전반적으로 큰 변화는 찾아볼 수 없었고 오히려 대조구보다 저조하였다. 이상의 결과로 보아 IAA를 처리하였을 때  $10^{-6}M$ 은 total phosphorus의 건물중에 대한 함량을 높여 주는 데 적합한 농도임을 시사하여 주었다.

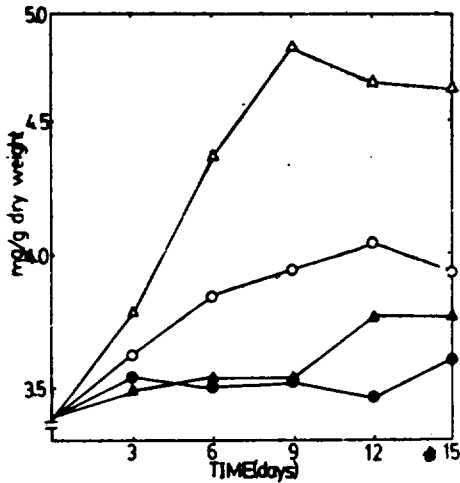


Fig. 4. Effect of various concentration of IAA on the total phosphorus of citrus callus. Control (○), IAA 10<sup>-4</sup>M (●), IAA 10<sup>-5</sup>M (▲), IAA 10<sup>-6</sup>M (△).

#### 나 Kinetin

Fig. 5는 kinetin 농도를 10<sup>-4</sup>M, 10<sup>-5</sup>M, 10<sup>-6</sup>M로 처리한 후의 시기별 total phosphorus/g dry weight의 변화를 나타낸 것이며 전반적으로 배양 3~9일 사이에 total-P의 함량이 급격히 증가하며 그 이후 감소하는 경향을 보였다. 또한 10<sup>-4</sup>M과 10<sup>-5</sup>M 처리구간에는 현저한 차이는 없으나 10<sup>-6</sup>M 처리구는 상기 두 시험구에 비해 total-P의 함량이 낮았으며 대조구에 비해서는 높았다. 10<sup>-4</sup>M 처리구 및 10<sup>-5</sup>M 처리구는 배양 3일 후 각각 3.84mg/g dry weight, 3.89mg/g dry weight으로 대조구 보다 6%, 7.4%가 높으며 6일후는 4.1mg/g dry weight, 4.11mg/g dry weight으로 8%, 7%가 더 높았고 9일후는 12%, 11.3%, 12일후는 대조구 보다 6.7%가 더 높았다. 이것으로 보아 kinetin 역시 citrus callus의 성장에 관여하고 있다는 Helgeson(1968) 등의 보고를 간접적으로 뒷받침하며, Fig. 2에서 보여준 성장과 전인의 함량은 상호 밀접한 연관성을 갖고 있음을 시사하여 주었다.

#### 다. Gibberellin

Fig. 6은 GA<sub>3</sub>를 10<sup>-4</sup>M, 10<sup>-5</sup>M, 10<sup>-6</sup>M의 농도별로 처리한 시험구의 total-P/g dry weight을 시기별로 나타낸 것이다. 각 호르몬 농도별 처리구에 있어

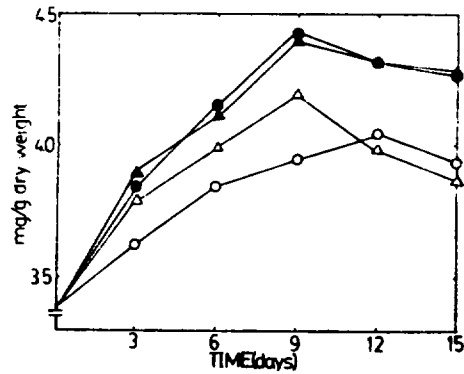


Fig 5. Effect of various concentrations of kinetin on the total phosphorus of citrus callus. Control (○), kinetin 10<sup>-4</sup>M (●), kinetin 10<sup>-5</sup>M (▲), kinetin 10<sup>-6</sup>M (△).

kinetin 및 IAA 10<sup>-6</sup>M 처리구와 같이 total phosphorus의 건물중에 대한 비가 가장 높은 시기는 배양 후 9일째이며 그 이후 서서히 감소하는 경향을 나타내었고 모든 처리구는 배양 9일까지 대조구에 비해 total phosphorus의 함량이 높았으나 10<sup>-6</sup>M 처리구는 배양 12일 이후 대조구보다 낮았다. 10<sup>-4</sup>M, 10<sup>-5</sup>M 처리구는 배양 3일후 3.82mg/g dry weight, 3.77mg/g dry weight으로 대조구 보다 5%, 4.1% 더 높고, 6일후는 4.24mg/g dry weight, 4.11mg/g dry weight으로 10%, 7% 더 높았으며, 배양 9일후는 4.68mg/g dry weight, 4.59mg/g dry weight으로 18.68, 16.3%가 더 높았다. 이 결과로 보아 citrus callus에 있어서 GA<sub>3</sub>의 적정농도는 10<sup>-4</sup>M~10<sup>-6</sup>M임을 시사하며 kinetin과 IAA에서와 같이 GCO<sub>2</sub>도 성장에 관여하여 세포내 phosphorus의 양을 증가시켰다고 보며 이것은 Maheshwari(1980), Wielgat(1979) 등의 GA<sub>3</sub>가 성장에 관여한다는 보고와 일치하였다.

### 3. 배지내 인 흡수에 미치는 식물 성장호르몬의 영향

#### 가. IAA

Fig. 7은 IAA를 10<sup>-4</sup>M, 10<sup>-5</sup>M, 10<sup>-6</sup>M로 처리하였을 때 배지 1ml당 남아있는 phosphorus의 양의 변화를 경시적으로 나타낸 것이다. 접종시 배지에는 38.75μg/ml가 존재하며 대조구에서는 배양 3일째 36.6μg/ml, 9일째 33μg/ml로 각각 5.5%, 14.8%,

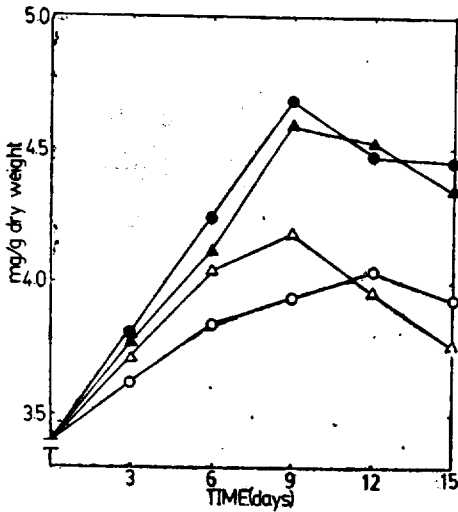


Fig. 6. Effect of various concentrations of gibberellin on the total phosphorus of citrus callus. Control(○), GA<sub>3</sub> 10<sup>-4</sup>M(●), GA<sub>3</sub> 10<sup>-5</sup>M(▲), GA<sub>3</sub> 10<sup>-6</sup>M(△).

21.5% 흡수가 되었다. 그러나 10<sup>-4</sup>M, 10<sup>-5</sup>M 처리구의 경우 배양 15일까지 각각 11.6%, 17.2%의 흡수 밖에 이루어지지 않아 IAA 10<sup>-5</sup>M 이상의 농도에서는 phosphorus의 흡수가 억제됨을 알 수 있었고 Fig. 1의 생육조사, Fig. 4의 total phosphorus의 변화와 연관하였다. 10<sup>-6</sup>M 처리구의 경우 배양 3일후 34.25µg/ml(12%), 9일후 26µg/ml(33%)로 대조구 및 10<sup>-4</sup>M, 10<sup>-5</sup>M 처리구에 비해 흡수가 잘됨을 보여 주었다.

나. Kinetin

대조구에 비해 kinetin 처리구의 phosphorus의 흡수는 배양기간을 통해 현저하게 높았으며 10<sup>-4</sup>M 처리하였을 때 가장 높은 흡수율을 나타내었다. 배양 9일째 28.3µg/ml로 27.1%의 흡수가 이루어져 대조구의 14.8%보다 높으며 15일째에는 28.05µg/ml로 27.7%의 흡수가 되어 저조하였다. 10<sup>-6</sup>M 처리구에 있어서는 배양 15일에 28.65ml로 26.1%의 흡수가 이루어져 10<sup>-4</sup>M, 10<sup>-5</sup>M 처리구에 비해 흡수가 저조하였으나 대조구의 21.5% 보다는 높았다. Fig. 2의 생육조사 결과와 비교하여 볼 때 생육이 높은 10<sup>-4</sup>M, 10<sup>-5</sup>M 처리구의 phosphorus의 흡수가 잘되고 있음을 보여주며 Martin 등 (1976), Kang(1980)의 배양 2~3일 내에 암

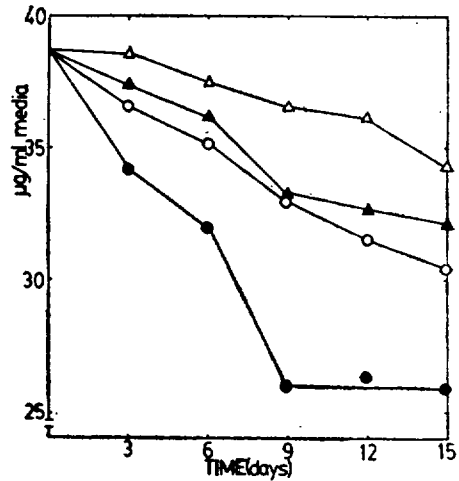


Fig 7. The effect of various concentrations of IAA on the absorption of phosphorus from the cultured media by citrus callus. Control (○), IAA 10<sup>-4</sup>M(△), IAA 10<sup>-5</sup>M(▲), IAA 10<sup>-6</sup>M(●).

모니아때 질소가 거의 흡수되어 버린다는 보고와 비교하여 보면 phosphorus의 흡수는 nitrogen보다 흡수가 잘 안된다는 것을 알 수 있었다.

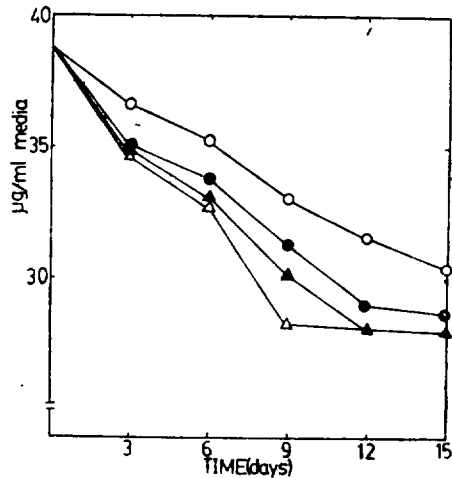


Fig 8. The effect of various concentrations of kinetin on the absorption of phosphorus from the cultured media by citrus callus. Control (○), kinetin 10<sup>-4</sup>M(△), kinetin 10<sup>-5</sup>M(▲), kinetin 10<sup>-6</sup>M(●).

## 다. Gibberellin

Fig.9는 GA<sub>3</sub>를 10<sup>-4</sup>M, 10<sup>-5</sup>M, 10<sup>-6</sup>M의 농도로 처리하였을 때 시기별 배지 1ml당 잔유 phosphorus량의 변화를 나타낸 것이다. 안정기까지의 흡수 결과로 보아 10<sup>-4</sup>M 처리구의 흡수가 30.6%(26.8μg/ml)로 가장 잘 이루어졌으며 배양 9일에 29.9%(28.3μg/ml)가 흡수되어 배양 9일 이후의 흡수는 지조하다. 이에 비해 GA<sub>3</sub>10<sup>-5</sup>M을 처리하였을 때 배양 15일후 29.8%(27.2μg/ml)가 흡수되었고 GA<sub>3</sub>10<sup>-6</sup>M 처리구는 22.8

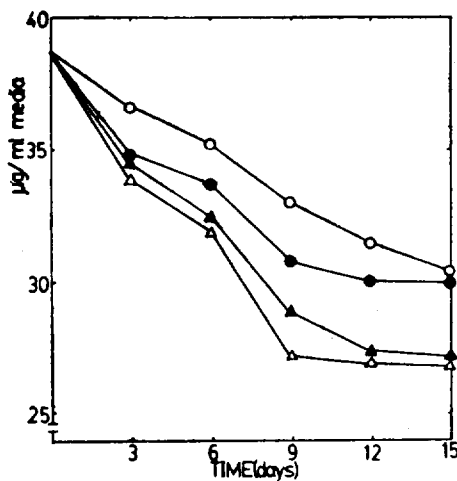


Fig. 9. The effect of various concentrations of gibberellin on the absorption of phosphorus from the cultured media by citrus callus. Control(○), GA<sub>3</sub>10<sup>-4</sup>M(Δ), GA<sub>3</sub>10<sup>-5</sup>M(▲), GA<sub>3</sub>10<sup>-6</sup>M(●).

% (29.9μg/ml)의 흡수가 이루어 졌다. 생육조사 및 total phosphorus의 변화와 비교해 보면 GA<sub>3</sub>10<sup>-4</sup>M 처리구의 생육이 높고, total phosphorus 함량이 많은 것과 GA<sub>3</sub>10<sup>-6</sup>M 및 대조구에 비해 흡수가 더 빨리 많은 양이 이루어지는 결과와 일치하였다.

## 적 요

감귤(*Citrus unshiu* Marc.)을 재료로 진탕배양하여 식물 생장촉진 호르몬인 IAA, kinetin, gibberellin을 농도별 처리를 하여 생장을, 전 인의 변화, 배지내 인의 흡수를 조사하여 몇가지 결론을 얻었다.

세포생장은 농도별 처리구에 있어 IAA10<sup>-6</sup>M, kinetin 10<sup>-5</sup>M, GA<sub>3</sub>10<sup>-4</sup>M~10<sup>-5</sup>M 처리구가 대조구 및 다른 농도별 처리구보다 높았으며 IAA10<sup>-4</sup>M, IAA10<sup>-5</sup>M 처리구의 경우 생장억제 효과는 보였다.

전 인의 변화에 있어서 배양 9일후 IAA10<sup>-6</sup>M 처리구가 4.77mg/g dry weight, kinetin 10<sup>-4</sup>M 처리구는 4.42mg/g dry weight, GA<sub>3</sub>10<sup>-4</sup>M 처리구는 4.68mg/g dry weight으로 대조구 및 다른 농도별 처리구에 비해 높았다.

배지내 인의 흡수는 배양 9일에 IAA10<sup>-6</sup>M 처리구가 33% 흡수되어 가장 흡수가 빠르며 kinetin 10<sup>-4</sup>M 처리구는 27.1%, GA<sub>3</sub>10<sup>-4</sup>M 처리구는 29.9%의 흡수가 이루어졌으며 같은 시기 대조구는 11.8%의 흡수가 되었다.

## 引用 文 獻

- Bialeski, R.L. 1968. Effect of phosphorus deficiency on level of phosphorus compound in spirodela. *Plant physiol.* 43 : 1209-1316.
- Button, J. 1973. Fine structure of and embryoid development from embryogenic ovular callus of "Shamouti" orange (*Citrus sinensis* Osb.). *J. Exp. Bot.* 25 : 446-457.
- Chen, P.S. et al. 1956. Microdetermination of phosphorus. *Anal. Chem.* 28 : 1756-1758.
- Einset, J.W. 1978. Citrus tissue culture. *Plant physiol.* 62 : 885-888.
- Fiske, C.H. et al. 1925. The colorimetric determination of phosphorus. *Biol. Chem.* LXVI : 375-400.
- Grinblat, U. 1972. Differentiation of citrus stem. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 97(5) : 599-603.
- Hall, J.R. et al. 1966. Phosphorus metabolism of germinating cat seeds. *Plant physiol.* 41 : 1459-1464.
- Helgeson, J.P. 1968. The cytokinin. *Sci.* 161 : 974-981.
- Jacobs, W.P. et al. 1965. Auxin transport, gibber-

- rellin, and apical dominance. *Sci.* 148 : 1729-1731. 1965. Effect of gibberellic acid on elongation and longevity of coleus petioles. *Plant Physiol.* 41 : 487-490.
- Kang, Y.H. et al. 1980. Studies on Zn metabolism in *Citrus unshiu* Marc. *Kor. J. Plant Tissue Cul.* 7 : 1-7. 1979. Induction and formation of callus from several tissues fo citrus. *Ibid.* 6 : 38-42.
- Key, J.L. et al. 1963. Enhancement by auxin of RNA synthesis in excised soybean hypocotyl tissue. *Plant physiol.* 38 : 360-364.
- Kochba, J. et al. 1977. Cell and tissue culture for breeding and developmental studies of citrus. *Hortisci.* 12(2) : 110-114.
- Letham, D.S. et al. 1978. Phytohormones and related compounds : A comprehensive treatises. Vol. II. pp : 4-9.
- Maheshwari, R. 1980. Interaction of gibberellic acid and indole-3-acetic acid in the growth of excised *Cuscuta* shoot tips in vitro. *Plant physiol.* 65 : 186-192.
- Martin, S.M. et al. 1976. Growth of Plant cell (*Ipomoed*) suspension cultutes at controlled pH levels. *Can. J. Bot.* 54 : 1254-1260.
- Murasage, T. et al. 1969. *Proc. First. Int. Citrus Symp.* 3 : 1155-1161.
- Prakash, S. 1967. Biochemical aspect of parasitism by the angiosperm parasites I. Phosphate fractions in the leaves of lorantus and hosts. *Plant physiol.* 42 : 347-351.
- Rapoport. E.N. 1978. Role of indole-3-acetic acid and gibberellin in the control of internodal elongation in *Avena* stem segments. *Ibid.* 62 : 807-811.
- Rappaport, L. 1967. Wound-induced gibberellins. *Nature.* 214 : 1149-1150.
- Schwimmer, S. 1968. Inhibition of vitro DNA synthesis by auxins. *Plant physiol.* 43 : 1008-1010.
- Unger, J.W. 1978. Growth and differentiation of juice vesicle of orange grown in vitro (1). *Amer. J. Bot.* 65(5) : 511-515.
- Wielgat, B. 1979. Enhancement of polyribosome formation and RNA synthesis of gibberellic acid in wounded potato tuber tissue (1). *Ibid.* 64 : 863-866.