

Citrus callus의 P-fraction 조성에 미치는 수종 식물 호르몬의 영향 (II)

鄭 忠 德

The effect of various hormones on phosphorus fractions of *Citrus unshiu* Marc. (II)

Choong-duk, Chung

Summary

In suspension culture of *Citrus unshiu* Marc. cells, effect of various combinations of plant hormones such as 10^{-6} M IAA, 10^{-6} M kinetin, 10^{-6} M GA₃ on the cell growth and changes in the amount of various fractions of phosphorus were observed. The result obtained from the present work are as follows:

Growth of the cells, when treatments with various combinations of hormones were tested, the maximal promotion was observed with 10^{-6} M IAA+ 10^{-5} M kinetin+ 10^{-5} M GA₃.

The amount of acid-soluble phosphorus decreased during the 3rd and 6th days of culture, but increased from the 6th day on. The most rapid decrease during this early period of culture was observed with 10^{-6} M IAA+ 10^{-5} M kinetin+ 10^{-5} M GA₃.

On the contrary, the amount of fat-soluble phosphorus increased during the 3rd and 6th days of culture, and decreased after the 6th day. As compared with the control, hormonal treatments brought about increased levels of this particular phosphorus fraction, the maximal value of 0.375 mg/g dry weight being obtained with 10^{-6} M IAA+ 10^{-5} M kinetin+ 10^{-5} M GA₃ on the 12th days of culture.

The amount of nucleic phosphorus fraction was increasing by the 3rd day, but tended to decrease thereafter. No significant hormonal effect were noticed on this fraction, when combinations of two hormones were tested. However, with 10^{-6} M IAA+ 10^{-5} M kinetin+ 10^{-6} M GA₃, the value was higher than that of control or other hormonal treatments.

The protein-P fraction increased rapidly until the 6th day of culture followed by a plateau thereafter. On the 6th day it was 2.34 mg/g dry weight with 10^{-6} M IAA+ 10^{-6} M kinetin+ 10^{-6} M GA₃, which was higher than that of the control or other treatments.

The total phosphorus contents tended to increase throughout the whole culture period. Again, the highest value was obtained with 10^{-6} M IAA+ 10^{-5} M kinetin+ 10^{-5} M GA₃.

서 언

본 실험은 전보(Chung, 1981)에 이어 식물체내의 필수 구성분인 인이 식물 성장촉진 호르몬인 IAA, Kinetin, GA₃이 Citrus callus에 최적농도인 10^{-6} M IAA, 10^{-5} M kinetin, 10^{-5} M GA₃를 조합하여 처리 하였을 때 조직배양 세포의 인 분획물이 시기별로 어떤 영향을 받는가를 밝히려 한다.

IAA는 콩의 hypocotyl tissue에 있어서 핵산의 합성을 증진 시키며(Key, 1963) RNA의 합성에 영향을 준다는 보고가 있었으며(Nooden, 1968), Kinetin은

DNA 및 RNA의 합성 및 단백질의 합성에 관여하며 대사물질의 이동을 조절한다고 Helgeson (1968) 등이 보고 하였다. GA₃는 길이 신장 및 생장에 관여하며(Jacob 1965, Maheshwari 1980), Polyribosome과 DNA의 합성을 증가 시킨다.(Rappaport 1967, Wielgat 1979). IAA와 GA₃를 같이 사용하면 콩의 길이 신장을 증가 시키며(Ockerse, 1967) 식물체내의 단백질 합성을 유지 또는 촉진 시킨다는 보고도 있으며(Lewis, 1968) 또한 GA₃는 shoot tip의 길이 신장과 세포분열을 촉진시키고 식물체 내에서 Auxin의 합성 및 이동에 관여한다는 보고도 있다. 이상의 보고를 토대로 하여 조직배양방법(Unger

1978, Kochba 1977, Einset 1978, Kang 1980, 1979, Button 1973, Grinblat 1971)을 이용하여 식물 생장 호르몬이 최적농도의 조합에 따른 감귤 배양세포의 인분획물의 시기별 변화를 조사하였다.

실험재료 및 방법

실험재료

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

시 약

본 실험에서 phosphorus정량시 사용한 Sulfuric acid는 Mallin crodt, Trichloroacetic acid와 Ethyl ether는 Baker analyzed Reagent, Ammonium molybdate는 Merck, Ascorbic acid는 SIGMA 제품을 사용하였다.

시험방법

가. Callus 제작

감귤의 미성숙과를 5×5×5 cm의 크기로 잘라 70% Ethanol에서 1분, Calcium hypochlorite로 5분간 소독한 후 무균수로 씻어 MS 한천배지에 25±1℃ 항온기 (Precision MFGRS 78~80)에서 압조건하에 Callus를 유도하였다. 이것을 15일마다 제대배양하여 사용하였다.

나. 배양액의 조성

기본배지로 MS 배지를 사용하였고 각 시험구의 호르몬 조합처리 농도는 IAA 10⁻⁶ M, Kinetin 10⁻⁵ M, GA₃ 10⁻⁵ M로 하였으며 Table.1 대조구는 호르몬 처리를 하지 않은 것임.

Table 1. The concentrations of plant hormones in the modified MS medium

Control	Free of hormones in the MS medium.
I	10 ⁻⁶ M IAA+10 ⁻⁵ M kinetin+10 ⁻⁵ M GA ₃
II	10 ⁻⁵ M kinetin+10 ⁻⁵ M GA ₃
III	10 ⁻⁶ M IAA+10 ⁻⁵ M kinetin
IV	10 ⁻⁶ M IAA+10 ⁻⁵ M GA ₃

다. Stock 및 Suspension Culture

1) Stock

한천배지에서 자란 Callus를 hormone의 전력을 없애기 위해 3회반복 hormone를 첨가하지 않은 배지에서 제대배양한 후 액체 배양배지에서 RPM 120의 진탕배양기 (국제이화학기기 Model-SH)에 1ℓ의 Indentid shake flask를 이용하여 stock suspension 방법으로 배양하였다.

2) Suspension Culture

각 시험구별로 200 ml Indentid shake flask에 media를 44 ml 넣어 균질하고 stock suspension을 5 ml 접종한 후 Autoclave에 의한 hormone의 열과파방지를 위해 (Letham, 1978), bacterial cylinge (Gelman Instrument Co)를 이용하여 hormone 1 ml를 주입시켜 전체 배양액의 부피가 50 ml가 되게 하고 이것을 다시 RPM 120의 진탕배양기에서 25±1℃의 암조건에서 배양하였다. 단, 이때 hormone의 회색시에 배양액의 pH 변화를 최소화 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℃에서 24시간 건조후에 1일간 상온에 방치하여 건물중을 측정하였다.

나. 호르몬 조합별 phosphorus fractionation
건조시킨 시료를 Schneider method (1945)에 의해 fractionation 시켰다. (Fig.1)

다. Phosphorus의 정량

Fractionation 한 것을 wet digestion 시킨 후 Fiske - Subbarow의 방법 (1925)을 개량시킨 P.S. Chen의 방법 (1956)에 의해 820 nm에서 비색법으로 측정하였다.

결과 및 고찰

생육조사

Fig.2는 건물중으로 표시한 IAA 10⁻⁶ M, Kinetin 10⁻⁵ M, GA₃ 10⁻⁵ M의 조합별 생육상이다. 대조구의 경

Citrus callus

Crushed in elvehjtm homogenizer with 2ml of 10% TCA.
 ↓ The homogenates centrifuged at 5000 rpm for 10 min.
 residue supernatant I
 ↓ resuspended with 2ml of 10% TCA and centrifuged at
 ↓ 5000 rpm for 10 min.
 residue supernatant II
 ↓ resuspended with 2ml of H₂O + C₂H₅OH (1:4) mix up
 ↓ and centrifuged at 5000 rpm for 10 min. repeat 1 time.
 residue supernatant III
 ↓ resuspended with C₂H₅OH + Ethyl ether (1:1) heated at
 ↓ 100°C for 3 min and centrifuged at 500 rpm for 10 min.
 ↓ repeat 3 times.
 residue supernatant IV
 ↓ resuspended with 2ml of 5% TCA, centrifuged at
 ↓ 500 rpm for 10 min.
 residue supernatant V
 ↓ resuspended with 2ml of 5% TCA, heated in boiling
 ↓ water bath for 15 min and centrifuged at 5000 rpm for
 ↓ 10 min after cooling. repeat 1 time.
 residue supernatant IV
 ↓ resuspended with 2ml of 2% NaOH, heated in boiling
 ↓ water bath for 10 min, and centrifuged at 5000 rpm
 ↓ for 10 min after cooling.
 residue supernatant VII
 wet digestion for total phosphorus.

Acid soluble phosphorus ; supernatants I, II
 Fat soluble phosphorus ; supernatants III, IV
 Nucleic phosphorus ; supernatants V, VI
 Protein phosphorus ; supernatant VII

Fig. 1. The procedure for phosphorus fractionation of citrus callus tissue (a modified Schneider method).

우 접종시 26.5 mg/flask 에서 배양 15 일 후 78 mg/flask 로 1.94 배의 증가를 나타내었으며 배양기간을 통하여 가장 왕성한 성장을 보이는 시기는 배양 3 일에서 9 일 사이였다. 그리고 배양 9 일 이후는 생장이 둔화되었다. IAA, Kinetin, GA₃를 조합하여 처리하면 대조구 보다 현저히 생장이 촉진 되었으나 2 가지 호르몬 처리구인 IAA 10⁻⁶M + GA₃ 10⁻⁵M, IAA 10⁻⁶M + Kinetin 10⁻⁵M, Kinetin 10⁻⁶M + GA₃ 10⁻⁵M 처리구는 배양 후 15 일에 92 mg/flask 가 되어 접종시의 2.47 배가 증가된 반면 3 가지 호르몬을 조합한 IAA 10⁻⁶M + Kinetin 10⁻⁵M + GA₃ 10⁻⁵M 처리구의 경

우 배양 15 일 후 99 mg/flask 로 2.74 배 증가하여 가장 양호한 성장율을 나타내었다. 따라서 2 종의 호르몬을 처리한 시험구의 건물중의 증가와 3 종의 호르몬을 처리한 시험구의 건물중의 증가를 비교하여 보면 3 종의 호르몬 처리구가 건물중의 증가에 상승효과를 나타내었으며 또한 대조구와 비교할 때 Pilet(1965), Lewis(1967), Jacob(1965)의 호르몬 처리에 의한 생장증진 효과와 일치함을 보여주었다.

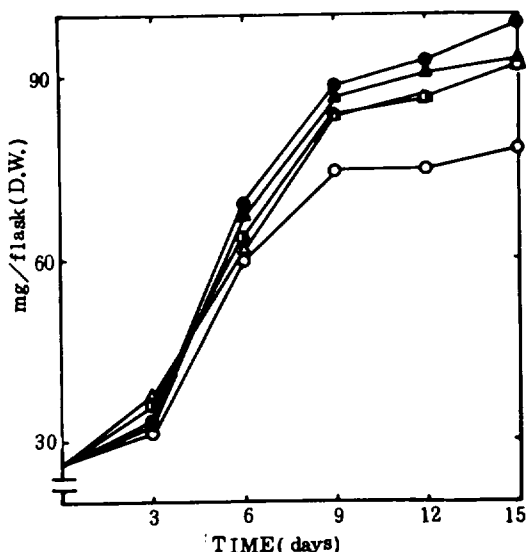


Fig. 2. Changes in dry weight of cells by various combinations of hormones. control(○), 10⁻⁶ M IAA+10⁻⁶ M kinetin+10⁻⁶ M GA₃ (●), 10⁻⁶ M kinetin+10⁻⁶ M GA₃ (●), 10⁻⁶ M IAA+ 10⁻⁶ M kinetin (△), 10⁻⁶ M IAA+10⁻⁶ M GA₃ (▲).

산용성 인의 변화

Fig. 3은 호르몬 조합별 처리 시험구의 배양 시기별 건물중에 대한 산용성 인의 변화를 나타낸 것이다. 호르몬 처리구의 산용성 인은 배양 3 일까지 서서히 감소하는 경향을 나타내었으며 배양후 3 일부터 6 일 사이에는 건물중에 대한 비가 급격히 감소하고 그 이후 다시 증가하는 경향을 나타냈다. 그러나 대조구에 있어 6 일 이후에도 감소가 계속되어 12 일까지도 다소 감소를 보여 주었고 12 일 이후 급격한 증가를 나타내었다. 호르몬 조합처리구의 경우 무기인산염의 건물중에 대한 증가는 배양 6 일 이후에 일어나는 것을 보여주었으며 IAA 10⁻⁶M + Kinetin 10⁻⁵M + GA₃ 10⁻⁵M 처리구에 있어서 6 일째 1.0 mg/g dry weight 에서 15

4 논문집

일째 1.775 mg/g dry weight으로 다른 처리구에 비해 가장 빨리 이루어졌다. 이것은 IAA 10⁻⁶M + Kinetin 10⁻⁶M + GA₃ 10⁻⁶M 처리구의 생육조사에서 나타난 결과와 같이 3가지 호르몬 처리구가 다른 처리구에 비해 무기인산염의 건물중에 대한 함유량 변화에 큰 영향을 주고 있음을 보여주었다.

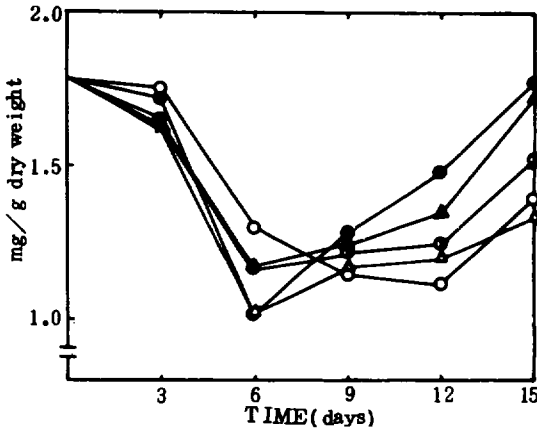


Fig. 3. Changes in acid soluble phosphorus of cells by various combinations of hormones. control (○), 10⁻⁶M IAA+10⁻⁶M kinetion+10⁻⁶M GA₃(●), 10⁻⁶M kinetin+10⁻⁶M GA₃(◐), 10⁻⁶M IAA+10⁻⁶M kinetin(△), 10⁻⁶M IAA+10⁻⁶M GA₃(▲).

지용성 인의 변화

Fig. 4는 호르몬 조합처리별 시험구의 배양 시기별 건물중에 대한 fat soluble phosphorus의 변화를 나타낸 것이다. 전반적으로 고찰할 때 모든 대사활동이 왕성한 대수성장기인 3일에서 9일까지 빠른 증가를 나타내었으며 안정기 이후 서서히 감소하였다. 대조구의 경우 집중시 0.04 mg/g dry weight에서 배양 6일 후 0.215 mg/g dry weight으로 증가를 보였다가 배양 9일 후 0.09 mg/g dry weight으로 감소하여 배양 6일을 전후하여 대칭된 양상을 보였다. 이에 비해 모든 호르몬 처리구의 fat soluble - P의 건물중에 대한 함유량은 높으며 배양 6일 후 가장 증가하는 경향을 나타내었지만 IAA 10⁻⁶M + Kinetin 10⁻⁶M + GA₃ 10⁻⁶M 처리구는 오히려 배양 9일에 0.375 mg/g dry weight으로 다른 처리구에 비해 높았으며 12일에 0.085 mg/g dry weight으로 9일 이후 급격한 감소현상을 나타내었다. 따라서 fig. 3의 결과와 비교하여 볼 때 acid soluble - P의 감소시기에 fat soluble -

P의 증가가 이루어지는 것으로 보아 무기인산염의 일부가 fat soluble한 인산염으로 전환 되었다가 다시 다른 대사물로 합성되고 있음을 보여주었다.

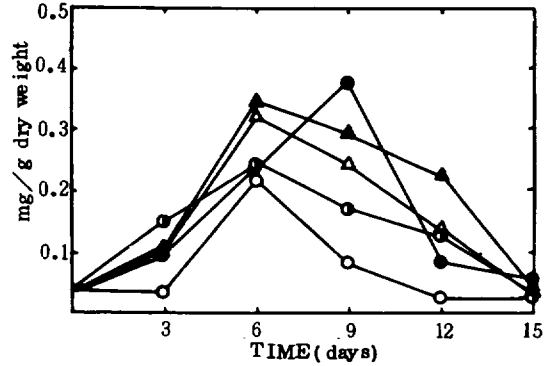


Fig. 4. Changes in fat soluble phosphorus of cells by various combinations of hormones. control (○), 10⁻⁶M IAA+10⁻⁶M kinetin+10⁻⁶M GA₃(●), 10⁻⁶M kinetin+10⁻⁶M GA₃(◐), 10⁻⁶M IAA+10⁻⁶M kintin(△), 10⁻⁶M IAA+10⁻⁶M GA₃(▲).

핵산태 인의 변화

Fig. 5는 건물중에 대한 nucleic phosphorus의 시기별 변화를 나타낸 것이다. 모든 시험구에서 nucleic - P는 배양 3일까지 일시 증가를 보이다가 대수성장기인 3일 이후 감소하며 안정기(배양 9일)에서는 증가 또는 변화가 없는 양상을 보였다. 대조구의 경우 집중시 0.55 mg/g dry weight에서 3일 후 0.625 mg/g dry weight으로 증가한 후에 9일까지 계속 감소되어 0.445 mg/g dry weight이 되며 이후 다시 증가되어 15일째 0.530 mg/g dry weight이 되었다. IAA 10⁻⁶M + GA₃ 10⁻⁶M, IAA 10⁻⁶M + Kinetin 10⁻⁶M, Kinetin 10⁻⁶M + GA₃ 10⁻⁶M 처리구는 배양 3일부터 9일 사이에 대조구 보다 높으며 서로간에 큰 차이를 나타내지는 않았으나 IAA 10⁻⁶M + Kinetin 10⁻⁶M + GA₃ 10⁻⁶M 처리구에서는 모든 시기에 있어 2종의 호르몬 처리구에 비해 높았다. 이것은 3가지 호르몬 처리구의 핵산의 합성이 다른 처리구에 비해 높다는 것을 시사 하였으며 대수성장기에서의 건물중에 대한 nucleic - P의 감소는 대사에 필요한 다른 물질들의 세포내 흡수 및 대사산물의 증가로 건물중에 대한 상대적인 핵산의 양의 감소가 일어나는 것이다. 또한 대조구에 비해 호르몬 처리구의 nucleic - P가 높은 것

은 Rappaport (1967), Key (1963), Helgeson (1968) 등의 호르몬에 의한 핵산합성 증진효과와 일치 하였으며 특히 IAA 10^{-6} M + Kinetin 10^{-5} M + GA₃ 10^{-5} M 처리구에서 보다 효과적임을 알 수 있었다.

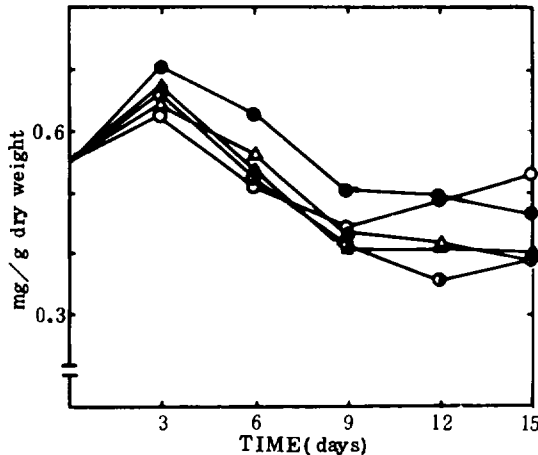


Fig. 5. Changes in nucleic phosphorus of cells by various combinations of hormones. control (○), 10^{-6} M IAA + 10^{-5} M kinetin + 10^{-5} M GA₃ (●), 10^{-6} M IAA + 10^{-5} M GA₃ (●), 10^{-5} M kinetin + 10^{-5} M GA₃ (●), 10^{-6} M IAA + 10^{-5} M kinetin (△), 10^{-6} M IAA + 10^{-5} M GA₃ (▲).

단백태 인의 변화

Fig. 6은 Citrus callus내의 protein - P의 변화는 시기별로 나타낸 것이다. 모든 시험구에서 protein-P는 잠복기와 대수성장기에서 전물중에 대한 비가 증가하며 안정기 후반인 12일 이후 서서히 감소하는 경향을 나타내었다. 대조구의 경우 집중시 0.79 mg/g dry weight에서 배양 3일 후 1.0 mg/g dry weight 9일째 2.1 mg/g dry weight으로 증가하였다. 그런데 IAA 10^{-6} M + Kinetin 10^{-5} M, IAA 10^{-6} M + GA₃ 10^{-5} M, Kinetin 10^{-5} M + GA₃ 10^{-5} M을 처리한 경우 배양 6일에 모두 약 2.1 mg/g dry weight으로 대조구의 1.5 mg/g dry weight 보다 높았다. 즉 이것은 IAA, Kinetin, Gibberellin이 핵산과 단백질의 합성에 관여한다는 Rapoport (1963), Nooden (1968), Key (1963), Helgeson (1968), Maheshwari (1980) Scott (1967) 등의 보고와 일치한다. 그리고 단백질의 전물중에 대한 함유율은 2 가지 호르몬 처리구 간에는 큰 차이를 나타내지 않았으나 생육조사, 무기인산염의 변화, 핵산태 인의 변화에서와 같이 IAA 10^{-6} M + Kinetin 10^{-5}

M + GA₃ 10^{-5} M 처리구의 경우 배양 6일에 2.27 mg/g dry weight으로 2 가지 호르몬 처리구보다 훨씬 높았다. 따라서 단백질의 합성에 있어 상승효과가 있음을 다시 시사하였다. 또한 Fig. 4과 Fig. 5의 결과와 비교하여 보면 배지내에서 유수한 인은 우선 핵산의 합성에 사용되고 그후 단백질, phospholipid 등의 합성에 사용되는 것을 알 수 있다.

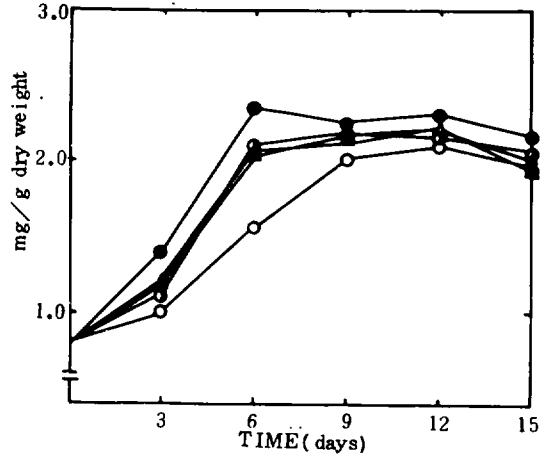


Fig. 6. Changes in protein phosphorus of cells by various combinations of hormones. control (○), 10^{-6} M IAA + 10^{-5} M kinetin + 10^{-5} M GA₃ (●), 10^{-6} M IAA + 10^{-5} M GA₃ (●), 10^{-5} M kinetin + 10^{-5} M GA₃ (●), 10^{-6} M IAA + 10^{-5} M kinetin (△), 10^{-6} M IAA + 10^{-5} M GA₃ (▲).

전 인의 변화

Citrus callus의 세포내 phosphorus는 Fig. 3 ~ 6의 결과가 보여 주듯이 무기인산염과 핵산태 인, 단백질태 인이 전체 인의 75% 이상을 차지하고 있어 전 인의 변화는 이들의 변화에 좌우된다고 볼 수 있다. 특히 무기인산염은 대사 과정에서 핵산태 인과 단백질태 인으로 전환되어 결국 전 인은 배양 9일까지는 증가하며 안정기에서는 크게 변하지 않았는데 이것은 전보 (Chung, 1981)에서 배양 9일 이후 인의 흡수가 잘 안 되는 것과 유관하다. 대조구의 전 인은 배양 12일에 4.1 mg/g dry weight으로 증가하였으나 호르몬 처리구의 경우 배양 9일 이후 4.3 mg/g dry weight이 되어 대조구에 비해 빠른 전 인의 증가현상을 보여 IAA, Kinetin, GA₃가 세포내 phosphorus의 흡수 및 대사에 큰 영향을 미친다는 것을 알 수 있었고 또 IAA 10^{-6} M + Kinetin 10^{-5} M + GA₃ 10^{-5} M 처리구의 경우 배

양 3일 후 4.2 mg/g dry weight, 배양 9일 후 4.8 mg/g dry weight이 되어 2가지 호르몬 처리구에 비해 현저한 증가를 나타내었다.

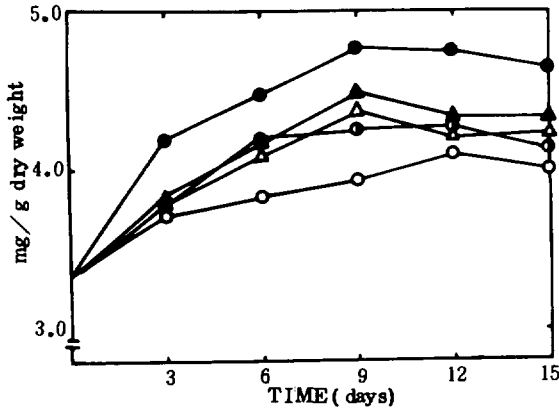


fig.7. Changes in total phosphorus of cells by various combinations of hormones. control (○), $10^{-6}\text{M IAA} + 10^{-5}\text{M kinetin} + 10^{-5}\text{M GA}_3$ (●), $10^{-5}\text{M kinetin} + 10^{-5}\text{M GA}_3$ (◐), $10^{-6}\text{M IAA} + 10^{-5}\text{M kinetin}$ (△), $10^{-6}\text{M IAA} + 10^{-5}\text{M GA}_3$ (▲).

적 요

감귤 (*Citrus unshiu* Marc.)을 재료로 진탕배양하여 식물 성장촉진 호르몬인 IAA, Kinetin, Gibberellin을 조합처리를 하여 생장율, 산용성 인의 변화, 지용성 인의 변화, 핵산태 인의 변화, 단백질 인의 변화, 전 인의 변화를 조사하여 몇가지 결론을 얻었다.

세포생장은 대조구 및 2가지 호르몬 처리구 보다 $10^{-6}\text{M IAA} + 10^{-5}\text{M Kinetin} + 10^{-5}\text{M GA}_3$ 처리구가 배양

15일 후 99 mg/flask 로 가장 높았다.

산용성 인은 배양 3일~6일 사이에 건물중에 대해 급격히 감소하는 결과를 보였으며 $10^{-6}\text{M IAA} + 10^{-5}\text{M Kinetin} + 10^{-5}\text{M GA}_3$ 처리구에서 감소가 가장 빠르며 6일 이후 증가하는 반면 대조구는 배양 12일 이후 증가 하였다.

지용성 인의 건물중에 대한 함유율은 배양 3일부터 6일 사이에 증가하고 그 이후 감소하는 결과를 보였으며 대조구에 비해 모든 호르몬 처리구의 지용성 인의 함유율은 높았고 대조구는 배양 6일 후 0.215 mg/g dry weight이 되었으며 $10^{-6}\text{M IAA} + 10^{-5}\text{M Kinetin} + 10^{-5}\text{M GA}_3$ 처리구의 경우 배양 12일에 0.375 mg/g dry weight이 되어 가장 높았다.

핵산태 인은 잠복기에서 증가하며 배양 3일 후 건물중에 대한 함유율이 감소되는 경향을 나타내었고 2종의 호르몬 처리구 사이에는 큰 차이가 없으나 $10^{-6}\text{M IAA} + 10^{-5}\text{M Kinetin} + 10^{-5}\text{M GA}_3$ 처리구의 경우 전 배양기간을 통하여 2종의 호르몬 처리구 및 대조구에 비해 높았다.

단백태 인은 배양 6일내에 급격한 증가를 보이며 2종의 호르몬을 처리한 시험구의 건물중에 대한 단백질 인의 양은 배양 6일에 2.05 mg/g dry weight으로 대조구의 6일째 1.5 mg/g dry weight 보다 높았으나 $10^{-6}\text{M IAA} + 10^{-5}\text{M Kinetin} + 10^{-5}\text{M GA}_3$ 처리구의 2.34 mg/g dry weight 보다 낮은 값이었다.

전 인은 대조구 및 2가지 호르몬 처리구보다 $10^{-6}\text{M IAA} + 10^{-5}\text{M Kinetin} + 10^{-5}\text{M GA}_3$ 처리구가 배양 9일에 4.8 mg/g dry weight으로 가장 높았다.

인 용 문 헌

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.
 Helgeson, J.P. 1968. The cytokinin. Sci. 161:974-981.
 Jacobs, W.P. et al. 1965. Auxin transport, gibberellin, and apical dominance. Sci. 148:1729-1731. 1965. Effect of gibberellic acid on elongation and longevity of coleus petioles¹. Plant physiol. 41:487-490.
 Jung, C.D. 1981. The effect of various hormones on phosphorus fraction of Citrus unshiu Marc. (I).

- Cheju university. J. Natural Sci. 13:117-124.
- Kang, Y.H. et al. 1980. Studied on zinc metabolism in *Citrus unshiu* Marc. Kor. J. Plant tissue cul. 7:1-7.
1979. Induction and formation of callus from several tissues of 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. Hortsci. 12(2): 110-114.
- Letham, D.S. et al. 1978. Phytohormones and related compounds: A comprehensive treatise. vol. II:4-9.
- Lewis, L.N. et al. 1968. Protein synthesis in abscission: The distinctiveness of the abscission zone and its response to gibberellic acid and indole acetic acid. Plant physiol. 43:359-364.
1968. Interaction of indoleacetic acid and gibberellic acid in leaf abscission control. Ibid: 351-358.
- 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.
- Nooden, L.D. 1968. Studies on the role of RNA synthesis in auxin induction of cell enlargement. Plant physiol. 43:140-150.
- Ockerse, R. 1967. Gibberellin-Auxin interaction in pea stem elongation. Ibid. 42:47-54.
- Pielget, P.E. 1965. Action of gibberellic acid on auxin transport. Nature. 208:1344-1345.
- 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.
- Schneider, W.C. 1945. Phosphorus compound in animal tissues. J. Biol. Chem. 161:293-303.
- Scott, T.K. 1967. Auxin gibberellin interaction in apical dominance. Ibid. 42:1329-1333.
- Unger, J.W. 1978. Growth and differentiation of juice vesicle of orange grown in vitro. Amer. J. Bot. 65(5): 511-515.
- Wedding, R.T. 1964. Interaction of nucleotides with auxin in growth of pea stem segment. Plant physiol. 40:799-803.
- Wielgat, B. 1979. Enhancement of polyribosome formation and RNA synthesis of gibberellic acid in wounded potato tuber tissue. Ibid. 64:863-866.