

## Cyclic-AMP와 탄닌이 지베레린으로 유도되는 Amylase 생합성에 미치는 영향

### I. Acid Phosphatase

권영명 · 민경희\* · 이진범

(서울대학교 식물학과 \*숙명여자대학교 생물학과)

## Effects of Cyclic-AMP and Tannin on the Amylase Biosynthesis Induced by Gibberellin in Aleurone Layer

### I. Acid Phosphatase

Kwon, Young Myung, \*Kyung Hee Min, and Chin Bum Lee

(Department of Botany, Seoul National University, and \*Department of  
Biology, Sookmyung Womans University, Seoul)

### ABSTRACT

The effect of cyclic-AMP on the induction of acid phosphatase activity in barley aleurone layers was examined. Tannic acid was used as a inhibitor. Decursinol and coumarin were also used as a comparison. Maximum promotion of the enzyme activity was obtained with  $10^{-6}$ M cyclic-AMP, but this promotion was lower than that of  $10^{-6}$ M GA<sub>3</sub> induced enzyme activity in incubation medium. The inhibition rate in the addition of tannic acid was shown 17% and 63% at a ratio to GA<sub>3</sub> (by weight) of 10:1, and 58% and 94% at a ratio of 100:1 treated with GA<sub>3</sub> and cyclic-AMP, respectively. The most potentiation of  $10^{-6}$ M GA<sub>3</sub> effect was induced by the addition of suboptimal concentration ( $10^{-6}$ M) of cyclic-AMP. Additional GA<sub>3</sub> and cyclic-AMP were shown the recovery of the enzyme activity inhibited by tannic acid. The combination with cyclic-AMP and theophylline enhanced the enzyme activity, too. Any other nucleotides tested except cyclic-AMP didn't show the action. There were no differences in acid phosphatase isozyme patterns by polyacrylamide disc electrophoresis, in conjunction with the different additions but the size of bands showed great differences. Especially, the 3rd band and the 5th band group were remarkable.

### 緒 論

高等植物에 널리 存在하는 탄닌은 一部 種子의 發芽 過程에서 지베레린과 拮抗적으로 作用함이 알려져있으며 (Corcoran 등, 1972; Jacobson과 Corcoran, 1977) 지베레린에 의해 誘發된 Seedling의 生長도 減少시킨다. (Concoran 등, 1972; Green과 Corcoran, 1975).

특히 대맥(大麥)種子에서  $\alpha$ -amylase와 acid phosphatase의 합성(合成)에 있어 지베레린과 탄닌이 拮抗적으로 作用함도 알려져있다(Jacobson과 Corcoran, 1977).

Cyclic-AMP는 neurohormone을 포함한 많은 動物 hormone 作用에 중요한 調節者(Second messenger)로서 (Robinson 등, 1968; Malkinson, 1975) 박테리아의 一部 代謝過程에서도 역시 그 役割이 報告되어졌다 (Buetter 등, 1973; Rothman-Dens 등, 1973). Cyclic-

본 연구는 권영명이 1974년도 산학협동연구재단의 연구비로 수행한 연구결과와 하나이며, 부제목 II. Amylase도 같은 연구비로 수행된 것임.

AMP가 보리의 胚乳組織內에 protease,  $\alpha$ -amylase와 acid phosphatase 등의 活性을 增進시킴이 報告되었으나(Nickelle등 1971) 高等植物 組織內에 cyclic-AMP의 存在와 動物細胞에서의 cyclic-AMP의 機能과 高等植物에서의 機能이 同一한가에 對한 證據는 아직 確實히 提示되지 않았다(Amrhein, 1974, 1977).

몇몇 加水分解 酵素들은 穀類의 糊粉層에서 지베렐린에 의해 그의 合成이 誘導되고 또한 組織外로의 分泌가 促進되는데 (Paley, 1960; Varner, 1964; Pollard, 1969; Obata와 Suzuki; 1976), 특히 acid phosphatase의 境遇 大麥種子의 糊粉層을 材料로한 實驗에서 誘導와 分泌가 GA에 依存함이 밝혀졌다(Nickelle등, 1971; Jones, 1969).

Cyclic-AMP의 生物學的 重要性과 穀類에서 GA에 의해 仲裁된 反應에 連關된이 報告된 바(Pollard, 1970), 萬一 cyclic-AMP가 GA 作用代謝에 關與된다면, GA에 의해 調節된 反應에 影響을 줄 수 있을 것이다.

本 研究는 大麥種子의 호분층에서 GA<sub>3</sub>와 cyclic-AMP에 의해 誘導된 acid phosphatase合成에 對한 tannic acid의 效果및 GA<sub>3</sub>와 tannic acid 또한 cyclic AMP와 tannic acid와의 相互관계를 酵素活性 및 isozyme pattern의 變化를 polyacrylamide 전기영동법을 使用하여 밝혀보고자 하였다.

材料 및 方法

糊粉層 分離 大麥種子(*Hordeum vulgare* var. B-accdong)는 음혼질용정 목포지장으로 부터 분양받았으며, 이를 횡단半分하여 有胚部는 除去하고 3-mm의 無胚部단을 取하여 실험에 使用하였다. 이것을 다시 1% sodium hypochlorite용액에서 20分間 멸균한 다음 滅균중류수로 10~20번 씻은 후 滅균된 것은 모레 속에 3일간 30°C에서 培養한 다음 糊粉層이 附着된 씨껍질을 무균실에서 胚乳로부터 제거하였다(Chrispeels와 Varner 1967). 5個의 糊粉層을 1 ml 배지를 내포한 7ml 배양용기에서 培養하였다. 培養液은 milipore 여과지를 通過 滅균하였으며, 20mM CaCl<sub>2</sub>와 streptomycin (0.25 $\mu$ g/ml) 및 penicillin(3 $\mu$ g/ml)를 내포한 1mM sodium acetate 완충용액(pH 5.0)을 대조구로 使用하고 그 외에 다른 첨가물을 역시 같은 완충溶液에 녹여 使用하였다. 培養은 24時間동안 30°C에서 하였으며, 배양이 끝난 後 培養液과 糊粉層을 分離하고, 배양액을 4~6ml의 완충용액으로 희석하여 直接 酵素溶液으로 使用하였다(Jacobson과 Corcoran,

1977).

酵素活性 測定 배양액의 효소활성은 Jones(1969)의 方法에 따라 분광광도계로(Beckman DU Spectrophotometer) 410 nm에서 측정하였다. 활성은 35°C에서 35分間 恒溫수조에서 培養한 後 p-nitrophenyl phosphate로부터 放出되는 p-nitrophenol의 量을 측정함으로써 나타내었고 酵素活性의 單位는 30分間 5個의 糊粉層이 1 $\mu$ g의 p-nitrophenol의 生成에 필요로 하는 酵素量으로서 나타내었다 (1unit=released p-nitrophenol 1 $\mu$ g/5 layers/30 min).

전기영동적 分析 전기영동은 Davis(1964)의 方法에 따라 7% polyacrylamide gel을 使用하였다. gel 완충용액으로는 Tris-HCl 완충용액(pH 8.9)을 使用하였으며 running 완충液으로는 Tris-glycine 완충용액(pH 8.3)을 使用하였다. Spacer gel은 생략하였고, 모든 전기영동은 4°C에서 행하여졌다. 적당한 시간으로 tube 당 3mA로 전기영동이 끝난 後 gel을 베니어 효소 isozyme band를 보기 前에 1mM sodium-acetate 완충용액(pH5.0)에 넣고 10分間씩 3번 담그어 놓았다. 효소의 isozyme band를 보기 위하여 기질로서  $\alpha$ -naphthyl acid phosphatase와 염색약으로 fast garnet GBC sodium salt를 使用하였다 (Barka,

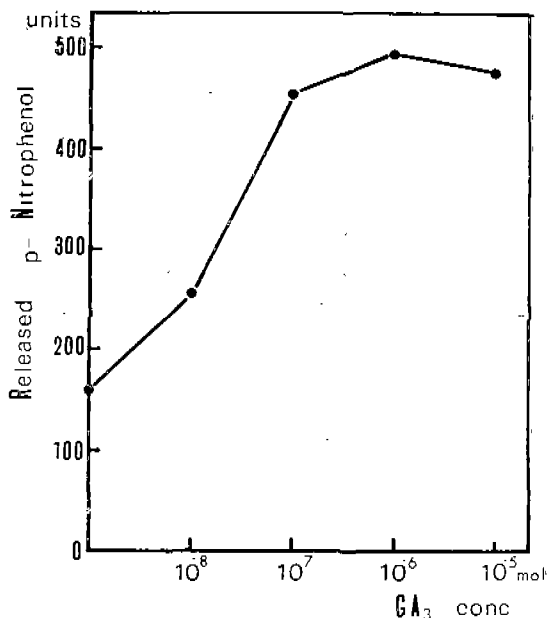


Fig. 1. Effect of different concentrations of GA<sub>3</sub> on the amount of acid phosphatase released from aleurone layers of barley during a 24-hr incubation period.

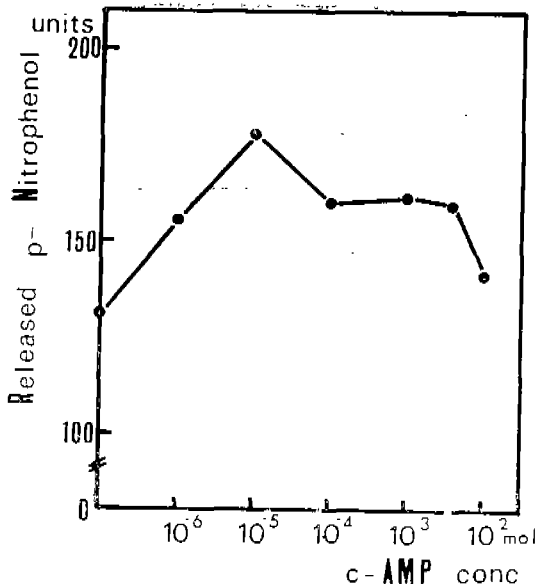


Fig. 2. Effect of different concentrations of cyclic-AMP on the amount of acid phosphatase released from aleurone layers of barley during a 24-hr incubation period.

1961). 열색은 4°C에서 하루동안 수행되었다. 열색이 끝난 후 증류수로 씻은 다음 7% acetic acid로脫熱색시키고 보관하였다.

사용된 모든 nucleotide와 전기영동용 시약 및 효소활성 側定시약은 Sigma chemical company로 부터 구입하고 tannic acid는 和光純藥工業株式会社(日本)에서 구입하여 使用하였다.

結果 및 考察

GA와 cyclic-AMP의 濃度구배에 따른 acid phos-

phatase의 活性을 側定하였다(Fig. 1과 2). GA<sub>3</sub>의 境遇 10<sup>-6</sup>M이 最適濃度로 나타났으며, cyclic-AMP의 境遇는 10<sup>-5</sup>M이 最適濃度值로 나타났다. 다른 報告에서는 米殼 cyclic-AMP의 最適濃度가 1~5mM로 나타남에 비하던 상당한 差異를 보이고 있으나, 이에 대하여는 確實히 斷定지을 수 없을 것이다.

Cyclic-AMP가 GA<sub>3</sub>에 비하여 酵素活性의 促進 정도가 낮기는 하지만 효소活性의 증가를 야기하는 GA<sub>3</sub>와 類似한 作用을 하는 것을 알 수 있다. 이 結果는 Nickelle(1971)과 Earle와 Galsky (1971)의 報告와 부합되는 것이다.

그러나, GA<sub>3</sub>가 生체내의 cyclic-AMP 量(濃度)을 증가시킬 수 있음이 同位元素를 作用한 實驗에서 밝혀졌고 (Pollard 1970) cyclic-AMP가 보리 組織에서 GA<sub>3</sub>作用의 초기단계(과정)에 관여될 수 있을 것이라는 보고 (Earle와 Galsky, 1971)들은, 본 實驗에서 나타난 GA<sub>3</sub>와 cyclic-AMP에 依한 효소誘發에서 보이는 커다란 정도차이를 설명하기는 어려운 것 같다.

Cyclic-AMP를 보리의 糊粉層에 24時間 처리한 media에서 관찰할 수 있었던 효소활성의 증가는 ① 酵素의 증가된 放出 ② 효소합성의 증가 혹은 ③ 효소의 合成과 放出의 두 過程이 함께 증가하였기 때문일 것이다. 그런데 지금까지의 研究에서는 (Nickelle등, 1971; Jacobson과 Corcoran, 1977) acid phosphatase는 GA<sub>3</sub>에 依하여 合成이 促進되고 또한 放出이 증가한다고 밝혀졌지만 본 실험결과로는 確實한 內容을 알아낼 수는 없다.

GA<sub>3</sub>와 cyclic AMP에 依해 誘導된 acid phosphatase활성을 억제시키는 tannic acid의 影響을 검토하였다. GA<sub>3</sub>에 對해 tannic acid의 첨가는 重量비로 1:1 (0.346 μg/ml), 1:10 (3.46 μg/ml) 및 1:100 (34.6 μg/ml)로 處理하였으며, cyclic-AMP의 境遇도 같은 量을 처리하였다. 天然的인 植物 生張抑制製로 藥

Table 1. The effects of tannic acid on the induction of acid phosphatase activity by GA<sub>3</sub> in barley aleurone layers

Additions to incubation medium	Acid phosphatase activity in medium	
	Unit	% inhibition
None	190.9	
GA <sub>3</sub> (10 <sup>-6</sup> M)	681.6	0
GA <sub>3</sub> (10 <sup>-6</sup> M)+tannic acid(0.346 μg/ml)	638.4	9
GA <sub>3</sub> (10 <sup>-6</sup> M)+tannic acid(3.46 μg/ml)	600.3	17
GA <sub>3</sub> (10 <sup>-6</sup> M)+tannic acid(34.6 μg/ml);	408.3	58

Table 2. The effects of tannic acid on the induction of acid phosphatase activity by cyclic-AMP in barley aleurone layers

Additions to incubation medium*	Acid phosphatase activity in medium	
	Unit	% inhibition
None	167.6	
Theophylline	167.6	
Cyclic-AMP	211.4	
Cyclic-AMP+theophylline(MTh)	223.2	0
MTh+tannic acid (0.346 $\mu$ g/ml)	220.0	6
MTh+tannic acid(3.46 $\mu$ g/ml)	188.0	63
MTh+tannic acid(34.6 $\mu$ g/ml)	170.8	94

\*Cyclic-AMP;  $10^{-6}$ M : theophylline; 1mM.

리 알려진 tannin의 영향은  $GA_3$ 에 의해誘導된生張을 억제한다(Corcoran등, 1972; Green과 Corcoran, 1975).

$GA_3$ 와 cyclic-AMP에 의해誘導된 酵素活性의 抑制效果는 table 1과 2에서 각각 볼 수 있다. Cyclic-AMP에 의해 증가된 효소 활성은 tannic acid의 濃度 증가에 따라 억제 정도가 커졌으며 이러한 現象은  $GA_3$ 에서도 같은 경향을 나타냈다. tannic acid의 첨가로 인한 효소활성의 억제율은 3.46 $\mu$ g/ml( $GA_3$ 와 무계비 10 : 1)의 첨가時  $GA_3$ 의 경우 17%, cyclic-AMP의 경우 63%를 나타냈으며 34.6 $\mu$ g/ml ( $GA_3$ 와 무계비 100 : 1) 첨가시에는 각각 58%와 94%의 억제를 보였다. 그러나 지베렐린 경우와 cyclic-AMP의 경우에서 심한 차이를 보이는 것은 cyclic-AMP에 의해誘發된 활성이  $GA_3$ 에 필선 못미치는 반면 同量의 탄닌산을 처리 하였기 때문으로 사료된다.

이처럼 media의 효소활성이 감소되는 것은 tannic acid가 糊粉層으로부터 Media에 分泌되는 효소의 분리를 抑制하거나 혹은 호분층에서 일어나는 효소합성을 저해하거나 또는 합성된 효소와 tannin이 결합하므

로써 효소를 불활성화시키는 結果일 것이다.

한편 단백질과 결합할 수 있는 성질을 가진 탄닌산이 이미 合成된 酵素와 결합할 수 있는지를 확인하기 위하여  $GA_3$ 을 처리해서 얻은 試料液(효소액)에 tannic acid를 가하고 24시간 4°C에 방치하였으나 효소활성의 減少는 일어나지 않은 것으로 보아 (미발표 결과) acid phosphatase와 tannin은 쉽게 결합하지 않는 것으로 사료되어 효소활성의 底下는 다른 機作에 의하여 나타나는 것으로 여겨진다. 이러한 생각은 Jacobson과 Corcoran(1977)의 결과와도 일치한다.

Tannic acid가  $GA_3$  또는 cyclic-AMP와 결합적인 작용을 할 수 있는지를 알아보기 위하여  $GA_3$ 와 cyclic-AMP의 濃도를 증가시켜 보았더니 table 3과 table 4에서 보는 바와 같이 cyclic-AMP의 양을 10 $\mu$ M에서 50 $\mu$ M로 증가시킬 경우 거의 tannic acid에 의한 억제된 효과가 회복되는 것을 볼 수 있었다. 그리고  $GA_3$ 의 경우에도  $10^{-6}$ M 처리에서 같은 結果를 나타내었다. 이 결과는 높은 濃度의  $GA_3$ 첨가로 탄닌에 의해 抑制된 효소의 活性을 완전히 回復시켰다는 Ja

Table 3. The reversibility of the inhibitory effect of tannic acid on  $GA_3$ -promoted acid phosphatase induction with additional  $GA_3$  in barley aleurone ayers

Additions to incubation medium	Acid phosphatase activity in medium	
	Unit	Relative value
None	190.0	
$GA_3(10^{-6}M)$	681.6	100
$GA_3(10^{-6}M)$ + tannic acid(3.46 $\mu$ g/ml)	600.3	83
$GA_3(10^{-6}M)$ + tannic acid(34.6 $\mu$ g/ml)	640.1	92

**Table 4. The reversibility of the inhibitory effect of tannic acid on cyclic-AMP-promoted acid phosphatase induction with additional cyclic-AMP in barley aleurone layers**

Additions to incubation medium	Acid phosphatase activity in medium	
	Unit	Relative value
None	161.8	
Cyclic AMP( $10^{-6}$ M)+theophylline(1mM)	217.9	100
Cyclic AMP( $10^{-6}$ M)+theophylline(1mM)+tannic acid (3.46 $\mu$ g/ml)	183.2	38
Cyclic AMP( $\times 10^{-6}$ M)+theophylline(1mM)+tannic acid (3.46 $\mu$ g/ml)	200.8	70

cobson과 Corcoran(1977)의 보고와 一致한다고 하겠다.

한편 acid phosphatase의 活性化증가에 있어서  $GA_3$ 와 cyclic-AMP간의 相互관계 여부를 알아보기 위한 실험결과를 보면(Fig. 3),  $GA_3$  단독처리보다 cyclic-AMP 첨가에 따라 효소활성이 증가되는 것으로 보아 acid phosphatase 활성화증진에 있어서  $GA_3$ 와 cyclic AMP는 서로 相助作用을 할 수 있는 것으로 해석된다. 이러한 결과는 amylase의 경우(Pollard, 1971)와도 一致하는 것이다.

Acid phosphatase 활성화증가에 미치는 여러가지 nucleotides의 효과를 비교하였다. 사용된 化合物중 cyclic-AMP의 경우만이 활성을 나타내었으며, 다른 nucleotides (ATP, ADP, 5'-AMP와 3'-AMP)는 아무런 영향을 나타내지 않았는데 이는 Nickelle등 (1971)의 결과와도 부합된다.

또한 phosphodiesterase의 활성을 억제하는 (Jost와 Rickberg, 1971) theophylline의 첨가는 cyclic-AMP의 활성을 보다 크게 증진시켜 줌을 보여주었다(Table

2와 5). 이 결과는 theophylline이 cyclic-AMP를 5'-AMP로 변화시키는 phosphodiesterase의 활성을 억제시켜 나타나는 것으로, cyclic-AMP의 生物學的 活性를 증진시킬 수 있음을 보여주는 결과로 보이며 식물에서의 cyclic-AMP 존재를 一部에서는 인정치 않으려 하지만 (Amhein, 1974) phosphodiesterase의 존재는 인정해야 할 것으로 사료된다(Vanderpeute와 Huffaker, 1971).

식물생장억제物質인 Coumarin과 decursinole이 acid phosphatase 활성화促進에 미치는 영향을 보고 또한 그 결과를 tannin의 경우와 비교한 결과(Table 6) 3.46 $\mu$ g/ml 處理時 tannic acid는 65%, decursinol은 68%, coumarin 58%로 세 化合物이 유사한 억제효과를 보였다. coumarin과 decursinol은  $GA_3$ 에 의하여 誘導되는 acid phosphatase 合成의 어느 과정에서 阻害作用을 나타내는 것으로 생각되지만 탄닌산과 같은 行動을 하는지는 모르겠다. 이와같은 해석은 전기영동 실험의 결과로 지지받을 수 있다고 본다.

Coumarin과 그 誘導體들이 植物의 生張과 發芽에

**Table 5. The effects of various adenine compounds on the induction of acid phosphatase activity by barley aleurone layers**

Additions to incubation medium	Acid phosphatase activity in medium	
	Unit	Relative value
None	123	100
3', 5'-Cyclic-AMP	165	134
3', 5'-Cyclic-AMP+theophylline(1mM)	186	151
5'-ATP	123	100
5'-ADP	126	102
5'-AMP	126	102
3'-AMP	112.5	92

**Table 6. The comparison of inhibitory effects of tannic acid, decursinol, and coumarin on GA<sub>3</sub>-promoted acid phosphatase induction in barley aleurone layers**

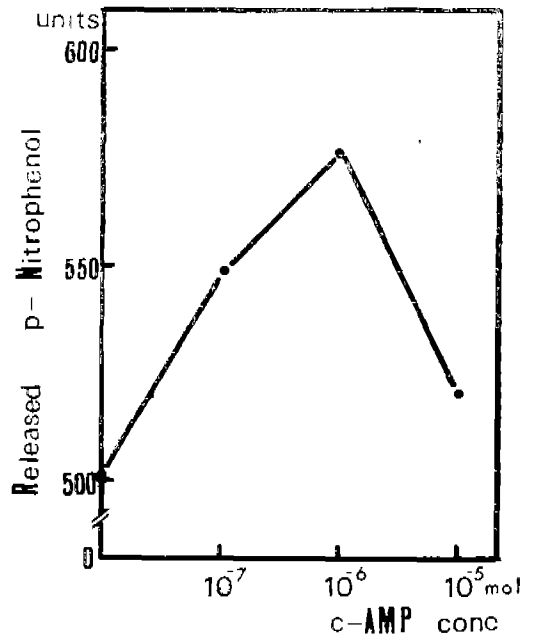
Additions to incubation medium	Acid phosphatase activity in medium	
	Unit	% inhibition
None	222.5	
GA <sub>3</sub> (10 <sup>-6</sup> M)	598.9	0
GA <sub>3</sub> (10 <sup>-6</sup> M)+tannic acid (3.46μg/ml)	353.4	65
GA <sub>3</sub> (10 <sup>-6</sup> M)+decursinol(3.46μg/ml)	344.1	68
GA <sub>3</sub> (10 <sup>-6</sup> M)+coumarin (3.46μg/ml)	381.3	58

억제효과를 나타냄은 이미 널리 알려져 있으며 (Goodwin과 Taves, 1950; Goren과 Tomer, 1971; Hiromichi 등, 1971) 이 화합물이 GA와 길항작용을 할 수 있음이 또한 보고되어 있다(Corcoran 등, 1972). Pyranocoumarin誘導體인 decursinol 역시 植物種子의 發芽와 生長을 억제함이 Lee 등 (1976)에 의해 보고되었다.

Polyacrylamide disc 전기영동법에 의한 acid phosphatase isozyme 비교는 figure 4에서 볼 수 있다. 나타난 isozyme bands의 수는 모든 경우 다같이 5개로 나타났으나 5번째 bands의 경우는 2~3개 이상의 band가 함께 모인 것으로 여겨지지만 본 실험방법으로는 정확히 몇개의 band가 모인 것인지 알 수 없었다. 대조구와 다른 비교구에서 isozyme bands의 차이는 볼 수가 없었으나 처리조건에 따라 bands 크기(intensity)의 차이는 현저하였다. 특히 GA<sub>3</sub>에서 유도된 isozyme bands의 경우 3번째 및 4번째 bands 5번째 bands의 모임은 대조구 및 tannic acid와 decursinol, coumarin 처리구보다 훨씬 강하게 나타났으며, cyclic-AMP 처리구는 약하게나마 tannic acid 처리구보다 강하게 나타났다. 이로써 다른 isozyme보다 특히 tannic acid, decursinol과 coumarin에 의해 3번째와 4번째 band 또한 5번째 bands모임이 가장 크게 억제당할 수 있음을 알 수 있다. Acid phosphatase가 GA 첨가에 무관하게 형성되어지는 반면 分泌에 있어서는 GA에 絶對적으로 의존한다는 Obota와 Hiroshi (1976)의 전자현미경을 사용한 報告와 보리의 糊粉層으로부터 이 효소에 對한 細胞學의 方法에 의한 Ashford와 Jacobson(1974)報告는 저자의 전기영동적 研究에 의해 거의 같은 結果를 GA<sub>3</sub> 처리 실험에서도 볼 수 있었다. 또한 cyclic-AMP의 경우도 GA<sub>3</sub>와 같은 경향을 보였으며 tannic acid는 이 효소의 合成과 分泌 모두에 크게 영향을 미치는 것으로 사료된다.

以上的 結果로 비록 cyclic-AMP가 GA<sub>3</sub>에 비해

acid phosphatase 活性促進에 미치는 效果가 낮지만 보리의 糊粉層에서 類似한 경향을 나타내었고 GA<sub>3</sub>로 誘導되는 酵素合成機作에 있어서 GA<sub>3</sub>作用을 仲裁하는 機能을 갖을른지에 대하여는 회의적이다. Tannic acid는 GA<sub>3</sub> 및 cyclic-AMP의 活性을 抑制하며 이들 化合物과 길항적으로 作用하지만 acid phosphatase isozyme의 一部를 더 크게 억제한다. 또한 decursinol과 coumarin 역시 tannic acid와 마찬가지로 acid phosphatase 活性을 抑制할 수 있었다. Theophylline의 環境 cyclic-AMP의 活性을 증가시키는 데에는 效果



**Fig. 3. Potentiation of GA<sub>3</sub>(10<sup>-6</sup>M)-induced acid phosphatase synthesis in aleurone layers of barley by different concentrations of cyclic-AMP in the incubation medium.**

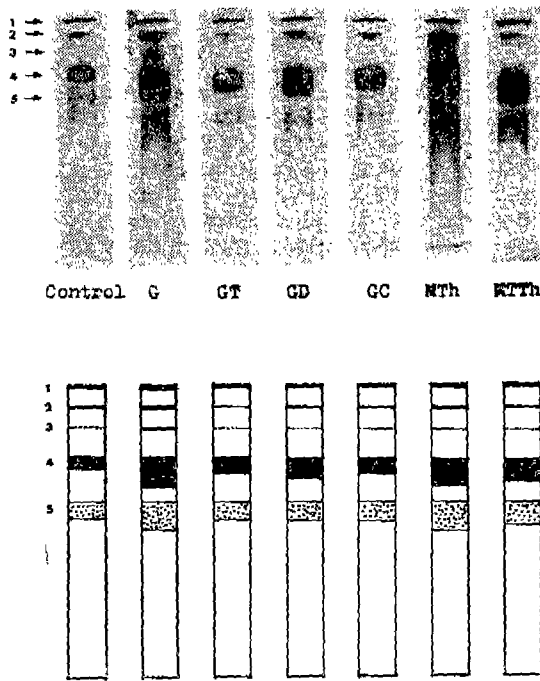


Fig. 4. Electrophoretic patterns of acid phosphatase in barley aleurone layers. G; GA<sub>3</sub> (10<sup>-6</sup>M); GT; GA<sub>3</sub> (10<sup>-6</sup>M)+tannic acid (3.46μg/ml); GD; GA<sub>3</sub> (10<sup>-6</sup>M)+decursinol (3.46μg/ml); GC; GA<sub>3</sub> (10<sup>-6</sup>M)+coumarin(34.6μg/ml); MTh; cyclic-AMP (10<sup>-6</sup>M)+theophylline (1mM); MTTh; cyclic-AMP (10<sup>-6</sup>M)+theophylline (1mM)+tannic acid(3.46μg/ml).

의이었으나 GA<sub>3</sub>와의 相互關係는 분명치 않았다.

摘 要

보리의 糊粉層을 材料로 acid phosphatase 活性 誘導에 미치는 cyclic-AMP의 效果 및 tannic acid의 抑制效果를 檢討하였다. Cyclic-AMP는 10<sup>-6</sup>M에서, GA<sub>3</sub>는 10<sup>-6</sup>M에서 各各 acid phosphatase 活性을 最大로 增進시켰으며, tannic acid는 cyclic-AMP와 GA<sub>3</sub>에 依해 유도된 효소활성을 GA<sub>3</sub>와 重量比로 10 : 1인 경우 각각 17% 및 63% 또한 100 : 1에서 58% 및 94%의 抑制率을 보였다. 고농도의 GA<sub>3</sub>와 cyclic-AMP의 첨가는 tannic acid의 억제효과를 거의 廻復시켰으며, theophylline의 첨가는 cyclic-AMP의 活性을 增加시킬 수 있었다. 전기영동을 통한 acid phosphatase의 isozyme pattern은 數的으로는 差異를 볼 수 없으나 다만 band들의 크기(강도)의 차이는 현저하였다. 특히, 3번째와 4번째 band 및 5번째의 band들의 포임은

tannic acid의 처리에 의해 뚜렷한 抑制를 나타냈다.

參 考 文 獻

Amrhein, N. 1974. Evidences against the occurrence of adenosine 3',5'-cyclic monophosphate in higher plants. *Planta* 118 : 241-258.

Ashford, A. E. and J. V. Jacobson. 1974. Cytochemical localization of phosphatases in barley aleurone cells: The pathway of gibberellic acid-induced enzyme release. *Planta* 120 : 81-105.

Barka, T. 1961. Studies of acid phosphatase. I. Electrophoretic separation of acid phosphatases of rat liver on polyacrylamide gels. *J. Histochem. Cyto.* 9 : 542-547.

Buettner, M. J., E. Spitz, and H. V. Rickenberg. 1973. Cyclic adenosine 3',5'-monophosphate in Bacteriol. 14 : 1068-1073. 1967.

Chrispeel M. J. and J. E. Varner. 1967. Gibberellic acid-enhanced synthesis and release of-amylase and ribonuclease by isolated barley aleurone layers. *Plant Physiol.* 42 : 398-402.

Corcoran, M. R., T. A. Geissman, and B. O. Phinney. 1972. Tannins as gibberellin antagonists. *Plant Physiol.* 49 : 323-330.

Davis, B. J. 1964. Disc electrophoresis-II; Method and application to human serum proteins. *Ann. N.Y. Acad. Sci.* 121 : 404-427.

Earle, K. M. and A. G. Galsky. 1971. The action of cyclic-AMP on GA<sub>3</sub> controlled responses II. Similarities in the induction of barley endosperm ATPase activity by gibberellic acid and cyclic 3',5'-adenosine monophosphate. *Plant & Cell Physiol.* 12 : 727-732.

Goodwin, R. H. and C. Taves. 1950. The effect of coumarin derivatives on the growth of *Avena* roots. *Am. J. Bot.* 37 : 224-231.

Goren, R. and E. Tomer. 1971. Effects of eselin and coumarin on growth, indoleacetic acid oxidase, and peroxidase, with special reference to cucumber (*Cucumis sativa* L.) radicles. *Plant Physiol.* 47 : 312-316.

Green, F. and M. R. Corcoran. 1975. The inhibitory action of five tannins on growth induced by several gibberellins. *Plant Physiol.* 56 : 801-806.

Hiroimichi, O., I. Kozo, and M. Shingo. 1971. Inhibitory effects of coumarin on rice seed germination and seedling growth in relations to respirations. *Nippon Dojo-Hirogaku. Zasshi* 42 : 345-348.

Iype, P.T. and C. Heidelberger. 1968. Characteristics of murine prostatic acid phosphatase. Comparison with other tissues and species. *Arch. Biochem. Biophys.* 128 : 434-444.

Jacobson, A. and M. R. Corcoran. 1977. Tannins as gibberellin antagonists in the synthesis of α-amylase and acid phosphatase by barley seeds. *Plant Physiol.* 56 : 129-133.

Jones, K. C. 1969. Similarities between gibberellins and related compounds in inducing acid phosphatase and reducing sugar release from barley endosperm. *Plant Physiol.* 44 : 1695-1700.

Jost, J. P. and H. V. Rickenberg. 1971. Cyclic AMP. *Ann.*

- Rev. Biochem.* 40 : 741-774.
- Lee, C. B., M. J. Lee, Y. M. Kwon, and H. J. Chi. 1976. The effect of decursin and decursinol on growth and germination of plants. *Kor. J. Bot.* 19 : 7-13.
- Malkinson, A. M. 1975. Hormone action, Chapman and Hall Ltd, London.
- Nickelle, M. W., G. M. Schaefer, and A. G. Galsky. 1971. The action of cyclic-AMP on GA<sub>3</sub> controlled response I. Induction of barley endosperm protease and acid phosphatase activity by cyclic-3',5'-adenosine monophosphate. *Plant & Cell Physiol.* 12 : 717-725.
- Obata, T. and S. Hiroshi. 1976. Gibberellic acid-induced secretion of hydrolases in barley aleurone layers. *Plant & Cell Physiol.* 17 : 63-71.
- Paleg, L.G. 1960. Physiological effects of gibberellic acid II. On starch hydrolyzing enzymes of barley aleurone cells. *Plant Physiol.* 39 : 673-680.
- Pollard, C. J. 1969. A survey of the sequence of some effects of gibberellic acid in the metabolism of cereal grain. *Plant Physiol.* 44 : 1227-1232.
- Pollard, C.J. 1970. Influence of gibberellic acid on the incorporation of 8-<sup>14</sup>C adenine into adenosine 3',5'-cyclic monophosphate in barley aleurone layers. *Biochim. Biophys. Acta* 201 : 511-512.
- Robinson, G. A., R. W. Butcher, and E. W. Sutherland. 1968. Cyclic AMP. *Ann. Rev. Biochem.* 37 : 149-174.
- Rothman-Denes, L.B., J.E. Hense, and W. Epstein. 1973. Role of cyclic adenosine 3',5'-monophosphate in the *in vivo* expression of the galactose operon of *Escherichia coli*. *J. Bacteriol.* 14 : 1040-1044.
- Vandepuute, J. and R. C. Huffaker. 1971. Enzymatic hydrolysis of cyclic 3',5'-adenosine monophosphate in barley half-seeds. *Plant. Physiol. suppl.* 47 : 33.
- Varner, J. E. 1964. Gibberellic acid controlled synthesis of  $\alpha$ -amylase in barley endosperm. *Plant Physiol.* 39 : 413-415.

(1978년 6월 25일 접수)