

시토키닌 활성물질 Thidiazuron 처리가 포도 '거봉' (*Vitis labruscana*)의 果粒肥大 및 品質에 미치는 影響

이재창 · 박일룡 · 이금선 · 김진국 · 황용수*

Effects of Synthetic Cytokinin, Thidiazuron, on Berry Size and Quality of 'Kyoho' (*Vitis labruscana*) Grapes

Yi-Long Piao · Keum Sun Lee · Jin Kuk Kim · Yong Soo Hwang* · Jae Chang Lee

Abstract

This experiment was conducted to find the effect of a non-purine cytokinin, thidiazuron(TDZ), on the increase of berry size and fruit quality in 'Kyoho' grapes. For the comparison, the effect of forchlorfenuron(CPPU) was also examined. The number of shot berries per cluster was significantly increased by the application of TDZ at 5 days after calyptra fall, resulting in the increase of cluster weight but no increase of each berry weight. The increase of berry weight was found when TDZ was applied at 10 to 15 days after calyptra fall. Gibberellin(GA 25mg · L⁻¹) was also effective on the increase of berry weight and the combined application of GA and TDZ further increased the berry weight. TDZ showed stronger effect on the increase of berry weight than CPPU at the same concentration. Berry ripening was more delayed at higher concentration of TDZ but no chemical injury was observed even at 20mg · L⁻¹. Results indicated that TDZ was effective on the quality improvement through berry weight increase and the recommended concentration TDZ for 'Kyoho' grapes was 5 to 10 mg · L⁻¹.

이 연구는 농림부에서 시행한 농림기술개발사업(현장애로기술개발사업) 연구결과의 일부입니다.
충남대학교 식물자원학부(Division of Plant Science and Resources, Chungnam National University, Daejeon
305-764, Korea)

*corresponding author

서 론

사이토키닌은 주로 식물의 세포 분열과 비대를 촉진하는 생장조절물질로서 노화 지연, 미분화 조직의 분화 촉진, 휴면아의 생장 유도, 적과, 착과 촉진, 과실 비대 촉진 등의 생리 작용에 관여한다고 보고되었다(Miller 등, 1955; Unrath와 Shaltout, 1985; Greene, 1994; Greene과 Autio, 1990; Greene, 2001). 그러나 현재까지 포도 재배에서 사이토키닌 또는 그 관련 물질의 이용은 일부 품종에만 제한적으로 이용될 뿐이었는데 최근 비purine계 사이토키닌 활성 물질이 소개되었다. 이러한 물질 중 forchlorfenuron(CPPU)과 thidiazuron(TDZ)은 phenylurea 화합물로서 purine계 사이토키닌 활성 물질보다 생리 활성이 더 강력한 것으로 알려졌다(Fellman 등, 1987; Mok 등, 1982, 1987). Nickell(1985)은 CPPU를 '툼슨 씨드리스'에 침지 처리하여 과립 비대를 촉진시켰으며 Morris 등(1986)과 Nickell(1985)는 시토키닌 활성물질을 처리할 때 GA를 가용하면 과립 비대 효과가 증대된다고 보고하였다. 또한 Byun 등(1993)은 결실이 불안정한 포도 '힘로드 씨드리스'와 '거봉'에 TDZ와 GA 혼합액을 과방에 처리하여 결실을 향상과 과립 비대 효과를 얻은 바 있다. 그러나 Reynolds 등(1992)은 'Sovereign Coronation'에서 Nickell(1985)이나 Byun 등(1993)의 결과와는 달리 CPPU와 GA를 함께 처리할 때 과립 비대에 대한 상조적 효과가 없고 CPPU의 처리는 당 축적과 산 함량의 감소가 지연되어 숙기가 늦어진다고 보고한 바 있다. Ogata 등(1988)도 '거봉'의 경우 CPPU를 처리하면 숙기가 지연된다고 하였다. 또한 Morris 등(1986)은 'Concord'의 경우 CPPU처리에 의하여 착색이 증진된다고 하였고 Byun과 Kim(1995)은 '거봉'에 TDZ와 GA를 처리하였을

때 역시 착색이 증진된다고 하였다. Kim (2002)은 TDZ와 CPPU를 '캠벨 얼리'에 처리하였을 때 역시 과립 비대 효과가 있으나 농도가 높으면 열과를 초래하여 저농도로 사용하는 것이 바람직하다고 하였다.

이상과 같이 비 purine계 사이토키닌 활성 물질이 몇 가지 포도 품종에 있어서 과립 비대 촉진 효과가 있음이 확인되었으나 연구자에 따라 서로 상이한 결과를 보고하고 있어 이에 대한 보다 구체적인 연구가 요구된다. 또한 TDZ는 포도 과립 비대제로 보급되고 있는 CPPU보다 활성이 강하고 가격이 저렴하여 우리나라에서는 2000년도에 포도 과립비대제로 처음 등록되었다. 따라서 TDZ 이용의 효율성 증대 및 사용상의 문제점을 해결하기 위하여 '거봉'을 공시, 과립 비대, 성숙 및 품질에 미치는 영향을 조사하였다.

재료 및 방법

본 연구는 1997년부터 2000년에 걸쳐 4년간 진행하였다. 1, 2년차 실험은 충남 천안시 소재 덕식으로 재배한 '거봉'(*Vitis labruscana*) 성목을 이용하였고 3년차 실험은 충남대학교 시험포장의 3년생 유목을 공시하여 실시하였다. 실험은 세력이 균일한 나무를 선택하여 결과지당 2개의 과방을 두었다.

약제는 N-phenyl-N-1,2,3-thiadiazol-5-ylurea (thidiazuron, TDZ), 1-(2-chloro-4-pyridyl)-3-phenylurea (forchlorfenuron, CPPU) 및 gibberellin (GA₃)를 공시하였다. 10과방을 한 반복으로 하여 완전임의배치법 3반복으로 하였다. 개화 전에 어께송이를 제거하고 과방을 다듬어 과방의 크기를 균일하게 하였다. 1년차에는 무처리, TDZ 5, 10mg ·

L⁻¹, CPPU 5mg · L⁻¹, GA₃ 25mg · L⁻¹, TDZ 10mg · L⁻¹ + GA₃ 25mg · L⁻¹, CPPU 10mg · L⁻¹ + GA₃ 25mg · L⁻¹ 등 7개 처리구를 설정, 낙화 후 5일, 10일, 15일에 처리하였다. 2년차에는 무처리, TDZ 10mg · L⁻¹, 20mg · L⁻¹, CPPU 10mg · L⁻¹, 20mg · L⁻¹ 등 5개 처리구를 설정, 만개 후 7, 12, 및 17일에 처리하였다. 3년차는 TDZ와 CPPU를 각각 10mg · L⁻¹으로 하여 만개 후 7일, 15일, 20일에 처리하였다. 1년차 약제처리는 소형 분무기를 이용하여 과방에서 약액이 흐를 정도로 과방에만 살포하였고 2, 3년차에는 화방을 약액에 침지하여 처리하였다.

과실 연화도는 과실경도계(Handy Hit, FHK, Japan)를 사용하여 과립의 중앙부위를 측정하여 연화도로 표시하였다. 가용성고형물함량은 각 처리당 8~10개 과립을 채취하여 과즙을 낸 후 굴절당도계(Atago, PR-1, Japan)를 사용하여 측정하였고 총산함량은 과즙 5mL를 증류수 35mL에 희석한 후 0.1N NaOH로 적정하여 주석산으로 환산하였다. 안토시아닌은 cork borer를 사용하여 직경 1cm의 과피 disk 3개를 채취하여 30mL 시험관에 넣고 1% HCl-methanol 용액 5mL 가하여 4°C 암실에서 12시간 안토시아닌을 추출한 후 10배 희석하여 530nm에서 흡광도를 측정하여 이를 안토시아닌 함량으로 표기하였다.

결과 및 고찰

1. TDZ 처리 시기가 착과 및 과실 품질에 미치는 영향

TDZ가 '거봉'의 과립비대에 미치는 영향을 조사하기 위하여 이미 일본에서 과립비대제로 이용되고 있는 CPPU를 비교구로 하여 낙화 5일, 10일,

15일 후에 TDZ 5, 10mg · L⁻¹을 처리하였던 바 표 1에서와 같은 결과를 얻었다.



Fig. 1. The appearance of over berry setting cluster by early treatment (5 days after calyptre fall) of TDZ 10 mg · L⁻¹ in 'Kyoho' grape.

표 1 및 그림 1에서 착립상태를 보면 생리적 낙과가 끝나기 전인 낙화 후 5일 처리한 TDZ 및 CPPU는 무핵과립(shot berry) 수가 크게 증가하여 무처리구의 무핵과립이 10.6개인데 비하여 처리구는 44.7~74개로 1 과방 당 착립 수가 현저히 증가되었다. 결과적으로 TDZ와 CPPU는 착립 수를 증가시켜 과방중은 증가시켰으나 과립 비대 증진 효과는 나타나지 않았다. 그러나 생리적 낙과가 끝난 후인 낙화 10일, 15일 후에 처리한 TDZ 및 CPPU는 무핵 소립과의 감소로 과립 비대가 유의하게 증진되어 표 1에서 보면 낙화 후 10일 처리의 TDZ 5mg · L⁻¹처리구의 과립중은 7.5g으로서 무처리구에 6.3g에 비하면 20.6%, TDZ 10 mg · L⁻¹처리구는 9.3g으로 무처리구에 비하여 47.6%로 증가되었고 낙화 후 15일 처리구도 TDZ는 CPPU와 동일하게 과립중을 증대시켰다.

GA 25mg · L⁻¹처리구에서는 TDZ보다 과립중의 증대 효과가 더 크게 나타났는데 이는 GA처리에

Table 1. Effects of TDZ and CPPU treatment at low concentration on the berry size and fruit quality of 'Kyoho' grapes.

| Treatment (mg · L ⁻¹) | Cluster wt. (g) | Berry wt. (g) | No. of berry/cluster | | Hardness ^z | Soluble solids (% Brix) | Total acid (%) | Anthocyanin (O.D., 530 nm) |
|--|----------------------|------------------|-------------------------|--------|-----------------------|-------------------------------|----------------------|-------------------------------|
| | | | Normal | Shot | | | | |
| <i>5 days after calyptra fall (applied June 13)</i> | | | | | | | | |
| Control | 302.9 b ^y | 7.3 ab | 36.0 b | 10.6 c | 30 a | 11.9 b | 1.020ab | 0.188 a |
| TDZ 5 | 540.2 a | 7.4 ab | 55.0ab | 44.7 b | 30 a | 12.7ab | 0.972 b | 0.167 a |
| TDZ 10 | 641.9 a | 6.9 b | 81.4 a | 49.0 b | 30 a | 11.3 b | 1.063 a | 0.104 a |
| CPPU 5 | 588.9 a | 7.2 ab | 53.8ab | 74.0 a | 26 a | 12.2 b | 1.027ab | 0.097 a |
| GA 25 | 527.8ab | 8.1 a | 61.7ab | 3.1 c | 31 a | 13.9 a | 0.822 c | 0.265 a |
| <i>10 days after calyptra fall (applied June 18)</i> | | | | | | | | |
| Control | 344.9 bc | 6.3 c | 51.1 a | 6.2 a | 37 a | 15.8 a | 0.81ab | 1.00 a |
| TDZ 5 | 281.3 c | 7.6 c | 32.8 b | 3.3abc | 19 b | 15.5 ab | 0.83 a | 0.34 b |
| TDZ 10 | 496.1 ab | 9.3 b | 50.1 a | 0.4 c | 28 b | 14.9abc | 0.83 ab | 0.58 b |
| CPPU 5 | 383.1 bc | 7.7 c | 47.2ab | 5.9 ab | 28 b | 13.6 c | 0.86 a | 0.40 b |
| GA 25 | 456.9abc | 9.6 b | 46.7ab | 1.0 bc | 25 b | 15.2abc | 0.76 b | 0.64 b |
| TDZ 10+GA 25 | 611.1 a | 11.5 a | 50.6 a | 0.3 c | 26 b | 14.1 bc | 0.80 ab | 0.62 b |
| <i>15 days after calyptra fall (applied June 23)</i> | | | | | | | | |
| Control | 328.1 b | 9.3 d | 34.1 a | 0.7 a | 41 a | 17.4 a | 0.38 ab | 0.23 a |
| TDZ 5 | 315.7 b | 10.6 cd | 28.0 a | 1.1 a | 41 a | 17.0 a | 0.41 a | 0.15 b |
| TDZ 10 | 411.2ab | 12.3 ab | 32.4 a | 1.0 a | 41 a | 17.5 a | 0.36 bc | 0.22 a |
| CPPU 5 | 341.2 b | 11.7 bc | 26.3 a | 4.4 a | 40 a | 17.2 a | 0.38 ab | 0.17 ab |
| GA 25 | 398.5ab | 12.1 abc | 31.1 a | 1.8 a | 37 b | 17.3 a | 0.38 ab | 0.22 a |
| TDZ 10+GA 25 | 476.5 a | 13.3 a | 34.3 a | 1.8 a | 37 b | 17.4 a | 0.33 c | 0.17 ab |

^zHardness was measured in the range from 10 (very hard) to 90 (very soft).

^yMean separation within columns and application date by Duncan's multiple range test, 5% level.

의한 과립중의 증대 효과가 거의 나타나지 않는 '캠벨 얼리'의 경우와는 전혀 다른 결과이다. 이것은 공시한 '거봉'의 경우 무핵립이 혼재되어 있고 유핵과립도 종자수가 '캠벨 얼리'보다 현저히 적었기 때문에 과립 내 천연 GA 함량이 상대적으로 '캠벨 얼리'에 비하여 낮았기 때문에 일어난 현상이라 생각된다. 또한 TDZ와 GA를 혼용한 처리구는 두 약제의 상호작용에 의하여 두 약제의 단일 처리구보다 과립중이 더욱 증가하였다.

과실품질은 표 1에 제시한 바와 같이 낙화 후 10일 처리한 TDZ 및 CPPU 처리구는 모두 과립의 연화도가 대조구보다 떨어졌으며 또한 가용성 고형물과 안토시아닌 함량이 무처리구에 비하여 낮고 산함량은 높아 성숙이 지연되는 경향을 보였다. 또한 낙화 후 15일에 처리한 TDZ 및 CPPU 처리구도 안토시아닌 함량이 무처리구에 비하여 낮아 전술한 결과(Ogata 등, 1988)와 유사하였다. 이상의 결과를 종합하여 보면 TDZ 및 CPPU는

Table 2. Effects of TDZ concentration on the berry size and fruit quality of 'Kyoho' grapes.

| Treatment (mg · L ⁻¹) | Cluster wt. (g) | No. of berry/ cluster | Berry wt (g) | Soluble solids (°Brix) | Total acid (%) | Hardness ^z | Anthocyanin (O.D., 530 nm) |
|---|----------------------|-----------------------------|-----------------|------------------------------|-------------------|-----------------------|-------------------------------|
| <i>7 days after full bloom (applied June 12)</i> | | | | | | | |
| Control | 274.4 c ^y | 25.2 a | 11.3 c | 16.4 a | 0.51 a | 34.3 a | 0.79 a |
| TDZ 10 | 354.9 b | 25.7 a | 14.1 b | 16.5 a | 0.50 a | 31.5 a | 0.56 a |
| TDZ 20 | 397.3 a | 27.0 a | 15.7 a | 16.3 a | 0.49 a | 31.3 a | 0.53 a |
| CPPU 10 | 345.8 b | 26.1 a | 14.1 b | 16.0 a | 0.51 a | 34.1 a | 0.64 a |
| <i>12 days after full bloom (applied June 17)</i> | | | | | | | |
| Control | 263.8 b | 25.6 a | 10.7 b | 15.3 b | 0.48 a | 32.6 a | 0.41 a |
| TDZ 10 | 361.4 a | 26.9 a | 14.0 a | 15.8 ab | 0.44 a | 25.4 b | 0.42 a |
| TDZ 20 | 344.6 a | 25.1 a | 14.0 a | 16.1 a | 0.49 a | 23.7 b | 0.36 a |
| CPPU 10 | 355.5 a | 25.6 a | 14.7 a | 15.9 ab | 0.51 a | 25.4 b | 0.51 a |
| <i>17 days after full bloom (applied June 22)</i> | | | | | | | |
| Control | 290.0 c | 27.9 a | 10.9 c | 15.9 a | 0.44 a | 27.8 a | 0.53 a |
| TDZ 10 | 426.0 a | 26.9 a | 14.7 a | 15.9 a | 0.40 b | 23.8 ab | 0.44 a |
| TDZ 20 | 368.6 a | 25.1 a | 12.9 b | 15.9 a | 0.43 a | 22.8 b | 0.21 b |
| CPPU 10 | 354.8 a | 30.5 a | 13.2 b | 15.8 a | 0.43 a | 25.0 ab | 0.51 a |

^zHardness was measured in the range from 10 (very hard) to 90 (very soft).

^yMean separation within column and application date Duncan's multiple range test, 5% level.

거봉의 과립비대 및 과방증을 유의하게 증진시켰으나 안토시아닌 축적량을 저하시켰으므로 이들 약제를 처리할 때는 착색을 충분하게 발현시키기 위하여 수확기를 지연시켜야 할 것으로 판단되었다. 두 약제를 비교하였을 때 TDZ는 유의하게 과립비대를 증진시켜 대조약제인 CPPU와 동등한 효과가 있음이 밝혀졌고, 공시한 5, 10mg · L⁻¹ 농도간에는 유의차는 없었으나 10mg · L⁻¹구가 비대 효과가 더욱 컸다.

2. 고농도 TDZ 처리 시기가 '거봉' 과립 비대에 미치는 영향

앞에서 얻은 결과를 보면 TDZ 5, 10mg · L⁻¹ 농도간에는 유의차는 없었으나 10mg · L⁻¹구가 비대 효과가 더욱 컸으므로 TDZ의 실용화를 위하여 2

년차 실험에서는 TDZ의 농도를 10mg · L⁻¹으로 하고 그 두 배인 20mg · L⁻¹을 공시하여 과립비대에 미치는 영향을 조사하였다. 또한 처리 일을 낙화 후로 하는 것은 낙화기의 조사기준이 모호하므로 이 후부터는 만개기를 기준으로 하여 만개 후 7, 12, 17일에 처리하였다. 실험 결과를 표 2에서 보면 TDZ는 표 1에서와 동일하게 과립증을 유의하게 증대시켜 대조약제인 CPPU와 동등한 효과가 있음이 확인되었다. 처리 시기 별로 보면 전술한 실험과 달리 만개 후 7일 처리구도 TDZ나 CPPU 모두 과립 비대를 증진시켰는데 이는 약제 처리 전후에 알숙기를 철저히 하여 과방당 과립수를 제한하였기 때문이었다(표 2). 따라서 알숙기를 철저히 한다면 만개 후 7일부터 17일 어느 때이고 약제를 처리해도 과립 비대 효과를 얻을

Table 3. Comparison of TDZ and CPPU treatment time on the berry weight and fruit quality of 'Kyoho' grapes.

| Treatment (mg · L ⁻¹) | Cluster wt (g) | No. of berry/ cluster | Berry wt. (g) | Soluble solids (°Brix) | Total acid (%) | Hardness ^z | Anthocyanin (O.D., 530 nm) |
|---|----------------------|-----------------------------|------------------|------------------------------|-------------------|-----------------------|-------------------------------|
| <i>7 days after full bloom (applied June 7)</i> | | | | | | | |
| Control | 433.3 a ^y | 39.4 a | 12.3 b | 15.7 a | 0.41 a | 44.4 b | 0.12 a |
| TDZ 10 | 476.4 a | 32.0 ab | 16.5 a | 15.1 a | 0.47 a | 53.9 a | 0.06 b |
| CPPU 10 | 385.0 b | 26.8 b | 15.6 a | 15.1 a | 0.55 a | 47.5 b | 0.09 ab |
| <i>15 days after full bloom (applied June 15)</i> | | | | | | | |
| Control | 433.3 a | 39.4 a | 12.3 b | 15.7 a | 0.41 b | 44.4 a | 0.12 a |
| TDZ 10 | 507.1 a | 34.8 a | 15.7 b | 15.8 a | 0.45 a | 46.4 a | 0.11 a |
| CPPU 10 | 521.8 a | 37.8 a | 14.8 a | 15.5 a | 0.45 a | 44.9 a | 0.13 a |
| <i>20 days after full bloom (applied June 20)</i> | | | | | | | |
| Control | 433.3 a | 39.4 a | 12.3 b | 15.7 a | 0.41 a | 44.4 a | 0.12 a |
| TDZ 10 | 474.1 a | 36.4 a | 14.5 a | 15.6 a | 0.42 a | 45.6 a | 0.07 b |
| CPPU 10 | 541.5 a | 39.5 a | 15.1 a | 15.8 a | 0.42 a | 46.1 a | 0.10 a |

^zHardness was measured in the range from 10 (very hard) to 90 (very soft).

^yMean separation within column and application date by Duncan's multiple range test, 5% level.

수 있다고 판단되었다. 그러나 일반적으로 알 숙기를 적기에 하기가 어려우므로 생리적 낙과가 어느 정도 진행된 만개 후 10일 이후에 처리하는 것이 보다 안전할 것으로 판단된다. TDZ 20mg · L⁻¹ 처리구는 만개 후 7일 처리구에서 10mg · L⁻¹구보다 과립중이 증가하였으나 만개 후 12, 17일 처리구에서는 두 농도간에 유의차가 없었고 높은 농도 처리에서도 약해는 관찰되지 않았다. 따라서 TDZ의 경우 10mg · L⁻¹이상의 높은 농도로 처리할 필요는 없을 것으로 생각된다.

표 3에서는 TDZ와 CPPU를 동일하게 10mg · L⁻¹로 만개 후 7, 15, 20일로 처리하여 처리 폭을 더욱 늘려주고 두 약제간의 처리 효과를 비교하였는데 만개 후 7일과 20일 처리에서는 두 약제간 과립 비대 효과에 유의차가 관찰되지 않았으나 만개 후 15일 처리에서는 TDZ의 과립 비대 증진 효과가 CPPU보다 더욱 커 전술한 실험의 만개 후 7

일에서 17일 사이에 처리한 결과와 다소 차이를 보였다. 그러나 과실 품질에 미치는 영향은 안토시아닌 함량을 제외하고는 크지 않았는데 특히 만개 후 15일에 처리한 경우 처리간 안토시아닌 함량에 차이가 없었으나 만개 후 7일과 20일 처리에서는 TDZ 처리구의 안토시아닌 함량이 CPPU보다 낮아 과립 비대 효과를 얻기 위한 TDZ 처리는 만개 후 20일까지 폭 넓은 시기에 처리가 가능할 것으로 예상되지만 착색을 고려할 때 만개 후 15일 경이 유리할 것으로 예상된다.

적 요

본 실험은 새로운 비 purine계 사이토카닌 활성 물질인 thidiazuron(TDZ)이 포도 '거봉'의 과립 증 및 과실 품질에 미치는 영향을 조사하기 위하여

실시하였으며 대조 약제로 forchlorfenuron(CPPU)을 이용하였다. 생리적 낙화 후 5일의 TDZ를 처리는 과방의 무핵과립의 착립수를 증가시켜 과방중은 유의하게 증가하였으나 과립중은 증가하지 않았다. 그러나 낙화 후 10 또는 15일 처리는 무핵과립의 착립수를 감소시켜 과립중이 유의하게 증가하였다. 따라서 TDZ처리는 생리적 낙과가 어느 정도 진행된 만개 10~15일 후에 처리하는 것이 유리하였다. GA 25mg · L⁻¹처리도 과립중 증가에 효과적이었으나 TDZ와 GA혼용 처리는 각 약제를 단독 처리할 때보다 과립중 증대 효과가 더욱 컸다. 두 약제간에는 TDZ가 대조약제인 CPPU가보다 과립비대 증진 효과가 더욱 컸으며 TDZ 처리농도가 20mg · L⁻¹에서도 약해는 발생하지 않았으나 착색과 성숙은 더욱 지연되는 것으로 나타나 적정 처리농도는 5~10mg · L⁻¹이었다.

추가주요어: 과립중, forchlorphenuron(CPPU), GA₃

인 용 문 헌

1. Byun, J.K and J.S. Kim. 1995. Effects of GA₃, thidiazuron and ABA on fruit set and quality of 'Kyoho' grapes. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 36:231-239.
2. Byun, J.K, J.S. Kim, C.S. Jung, and I.K. Kang. 1993. Effect of gibberellic acid and thidiazuron on yield components and fruit qualityies of 'Himrod Seedless' and 'Kyoho' grapes. Hort. Abst. 11(1): 214-215.
3. Fellman, C.D., P.E. Read, and M.A. Hosier. 1987. Effects of thidiazuron and CPPU on meristem formation and shoot proliferation. HortScience 22: 1197-1200.
4. Greene, D.W. 1994. Combination sprays with benzyladenine to chemically thin spur-type Delicious apples. HortScience 29:887-890.
5. Greene, D.W. 2001. CPPU influences fruit qulity and fruit abscission of 'McIntosh' apples. Hort Science 36:1292-1295.
6. Greene, D.W. and W.R. Autio. 1990. Thinning activity of benzyladenine on several apple cultivars. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 115:394-400.
7. Ishikawa, K., S. Yazawa, T. Baba, H. Takahashi, H. Kato, and F. Ikeda. 2001. Different influences of GA on berry enlargement and quality of the artificial seedless 'Fujiminori' grape. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 70 (suppl. 1):82.
8. Kim, I, Y.L, Piao, Y.S. Hwang, and J.C. Lee. 2002. Effects of synthetic cytokinin, thidiazuron on berry size and quality of 'Kyoho' (Vitis labruscana) grapes. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 36: 457-461.
9. Lee, C.H., D.H. Han, and S.B. Kim. 1996. Effects of GA₃ and fulmet (KT-30) on fruit set and quality in 'Kyoho' grapes. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 37:686-690.
10. Mok, M.C., D.W.S. Mok, D.J. Armstrong, K. Shudo, Y. Isogai, and T. Okamoto. 1982. Cytokinin activity of N-phenyl-N'-1,2,3-thiadiazol-5-ylurea (Thidiazuron). Phyto-chemistry 21:1509-1511.
11. Morris, J.R., R.G. Butz, and L.G. Nickell. 1986. The effects of cytokinin CN-11-3183, and GA₃ on the yield and quality of Concord and Reliance grapes. 37th Annu. Mtg. Amer. Soc. Enol. Vitic. Anaheim, Calf. (Abstr.) Nakagawa, S.I. 1996. Japanese viticulture. Yokendo, Japan.
12. Navarro, O.M., A.J. Retamales and B.B. Defilippi. 2001. Effect of cluster thinning and application of synthetic cytokinin (CPPU) on the quality of 'Sultania' table grapes treated with two sources of gibberellins. Agr. Tech. 61:15-25.
13. Nickell, L.G. 1985. New plant growth regulator increases grape size. Proc. Plant Growth Regulat. Soc. Amer. 12:1-7.

-
14. Nickell, L.G. 1986a. The effects of N-(2-chloro-4-pyridyl)-N'-phenylurea and the 3-chloro-bezyl ester of dicamba on the growth and sugar content of grapes. *Acta Hort.* 179:805-806.
 15. Nickell, L.G. 1986b. Effects of N-(2-chloro-4-pyridyl)-N'-phenylurea on grapes and other crops. *Proc. Pl. Gro. Regul. Soc. Amer.* 13:236-241.
 16. Ranpise, S.A., B.T. Patil, and T.K. Ghure. 2001. Effect of forchlorfenuron (CPPU) and gibberellic acid on physico-chemical properties of 'Thompson Seedless' grapes. *J. Mahara. Agr. Univ.* 24:249-251.
 17. Reynolds, A.G., D.A. Wardle, C. Zurowski, and N.E. Looney. 1992. Phenylureas CPPU and thidiazuron affect yield components, fruit composition, and storage potential of four seedless grape selections. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 117:85-89.