

## Change in the Bourse Shoot and Fruit Growth due to the Gibberellins Paste in the Young Fruit of Niitaka Pear

Jin-Ho Choi, Yeon-Ok Park<sup>†</sup>, Jang-Jeon Choi, Myung-Su Kim,  
Sun-Hee Yim and Han-Chan Lee

Pear Research Station, National Institute of Horticultural & Herbal Science, Naju 520-821, Korea

### 유과기 지베렐린 도포제 처리에 의한 '신고'배의 과대지와 과실생장 변화

최진호 · 박연옥<sup>†</sup> · 최장전 · 김명수 · 임순희 · 이한찬  
국립원예특작과학원 배시험장

#### Abstract

The object of this study was to evaluate the effect of gibberellins (GA) pasting on the bourse shoot, and not just on the fruit characteristics but also on the quality, of Niitaka pear (*Pyrus pyrifolia* L). The fruit stalk was treated with GA (control, 25mg/fruit stalk) 35 days after reaching full bloom. In the GA-treated tree, the occurrence of abnormal bourse shoot (52.5%) increased, and the spur bud and flower number decreased. The diameter of the GA-paste-treated fruit increased during the pear growth period with GA treatment. The diameter, length, and weight of the GA-paste-treated fruit increased at harvest time, but the hardness was lower than that of the control. The differences in soluble solid, acidity, and fruit color between the control and the GA-paste-treated fruit were not significant. Post-harvest, during the storage period, the hardness of the GA-paste-treated fruit was lower than that of the control, and its weight loss ratio was higher than that of the control on the 60<sup>th</sup> days of storage.

Key words : abnormal-bourse shoot, gibberellin, hardness, weight-loss

#### 서 론

'신고' 배는 소비자들에게 배의 고품질에 대한 선호도를 만족시키고 다른 품종에 비해 과실의 품질과 저장성이 우수하기 때문에 우리나라 전체 재배면적의 77%에 달하는 품종이다. 그러나 2000년 이후 배의 공급량 증가에 수요가 미치지 못하기 때문에 물가상승에도 불구하고 계속하여 가격이 하락하고 있으며, 2009년에는 전년대비 재배면적이 7% 감소(17,090 ha)하였고, 생산량은 11% 감소하였다. 또한 전국적으로 '신고'배 단일 품종의 편중재배가 심화되어 일지적인 홍수출하가 이루어지고 있고 주 소비시기인 추석명절이 이른 해에는 미숙과 출하에 의한 품질저하로 오히려 배 자체가 소비자로부터 외면당하는 사례가 빈번히 발생되어 배 산업의 위기를 초래하고 있다(1). 이러한 원인 중 하나가

배의 숙기를 촉진하고 대과를 생산하여 추석명절에 배를 출하하기 위하여 과실 과경에 지베렐린이나 오옥신 등 식물생장조절제를 도포하는 방법이 많이 이용되는 것이다(2).

지베렐린은 diterpenoid 복합체로서 식물의 성장과 종자의 발아, 줄기의 신장, 잎의 성장, 개화유도 및 휴면 타파 그리고 과육의 성숙을 촉진하는 식물생장 조절물질로 발육 중인 과실의 미숙증상에서 다량 생성되며 과실의 발육을 지배한다(3,4). Byun(5)의 보고에 의하면 수정직후 과실에 대한 지베렐린 처리는 과실의 적과제에 대한 감수성을 약화시켜 낙과 없이 계속 발육할 수 있는 능력을 갖도록 해준다고 하였다. 과수에 있어 지베렐린에 의한 영향은 '신고'와 '신흥'의 과실비대에 따른 과실 내 GA 함량조사 결과 '신고'가 '신흥'보다 세포분열이 활발하여 단기간에 세포수가 증가하기 때문에 과실비대가 크고, 세포분열에 관여하는 지베렐린 함량은 '신고'가 '신흥'에 비해 GA<sub>1</sub>, GA<sub>3</sub>, GA<sub>4</sub> 모두가 세포분열 동안 높은 것으로 확인되어 이것이 수정

<sup>†</sup>Corresponding author. E-mail : pyosmilegem@hanmail.net  
Phone : 82-61-330-1564, Fax : 82-61-330-1533

후의 '신고'의 세포분열을 활발하게 하는 것과 관계있다고 하였다(6). 또한 배의 '행수'와 '신고' 품종에서 GA 도포제 처리에 의해 5~7일의 숙기 촉진과 함께 과실의 비대에 효과가 있는 것으로 알려졌으며(7), GA 도포제를 과경에 처리하면 과실의 sink strength가 현저하게 증대해 광합성산 물을 많이 축적하게 되고 그 결과 과실의 세포비대가 촉진 되어 과실이 비대하는 것이라고 하였다(8). 사과 과실에는 GA<sub>4+7</sub>을 도포 시 과실비대와 과중 증가에 효과가 있고(9,10), 포도의 경우 씨 없는 포도를 만드는 기술이 '텔라웨어'를 중심으로 실용화되었다(4). 그러나 이러한 지베렐린 계통의 식물생장조절제 사용으로 과실의 경도가 낮고, 밀병 및 분질화 등의 역효과가 나타나고 보구력이 크게 떨어지는 단점이 있어(11) 지베렐린 도포에 의한 배 품질과 저장성의 저하를 보고하였다(12,13). 그러나 아직 배 성장과정에 있어 GA 도포제 처리에 의한 수체의 과대지 변화 및 성장기간별 과실 생육의 변화에 대한 구명이 미비하다.

이에 본 연구에서는 '신고' 배의 재배과정에서 조기수확을 목적으로 유과기에 GA도포제를 처리함으로써 인해 발생하는 과대지의 변화양상을 확인하고, 과실의 전 생육기간의 과실생장을 비교하고 수확기 및 저장기간 동안의 과실특성과 품질 변화의 양상을 구명하고자 수행하였다.

## 재료 및 방법

### 재 료

본 실험은 2009년 전라남도 나주시 금천면에 소재한 농촌진흥청 배시험장 포장의 평덕수형으로 재배되고 있는 22년생 '신고'배를 사용하였다.

### 수체변화 조사

이상발육 과대지 발생률은 전년도(2009년) GA 도포제를 처리한 배나무의 과대지를 대상으로 측정하였다. 이상발육 과대지 비율은 전년도 과실의 과경에 처리한 GA 도포제에 의해 과대지가 부풀어 올라온 증상을 표시하였다(Fig. 1).

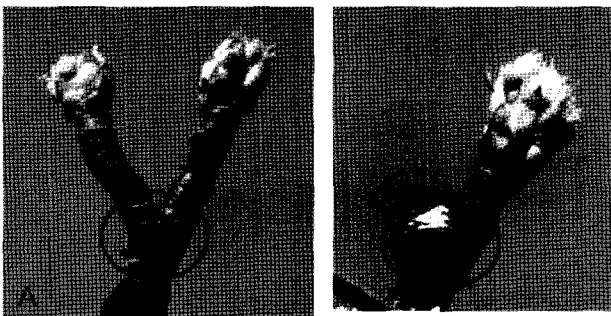


Fig. 1. Comparison of normal (A) and abnormal (B) bourse shoot of 25 mg GA paste (2.5% GA<sub>3</sub> + 0.2% GA<sub>4+7</sub>) treated with fruit stalk of 'Niitaka' pear one year.

GA 도포제 처리에 따른 과대지수와 꽃 수는 이상발육 과대지와 정상발육 과대지로 분류 후 각각의 꽃 수를 계산하였다.

### 과실비대량 조사

지베렐린이 과실비대에 미치는 영향을 구명하기 위해 만개 후 35일에 지베렐린 도포제(2.5% GA<sub>3</sub> + 0.2% GA<sub>4+7</sub>, Tokyo, Japan)를 과실 과경에 25 mg 처리하였다. GA 도포제 처리 후 1개월까지는 10일 간격으로 조사하였고, 그 후부터 수확기까지는 30일 간격으로 각 처리구의 중·횡경을 캘리퍼(Caliper, Mitutoyo corporation, Tokyo, Japan)로 측정하여 과실비대량을 조사하였다.

### 과실특성 조사

수확기 과실의 과중, 종경, 횡경, 당도, 산도, 바람들이 발생률 등은 '신고'배의 적숙기를 9월 29일로 산정하여 1주일 이 빠른 9월 22일과 늦은 10월 6일 등 3회 수확하여 조사하였다. 경도는 정상과의 중앙단면을 기준으로 2 cm 밖으로 절단하여 과실 경도계(FHM-5, Tokyo, Japan)로 측정하였고, 당도는 절단된 과육을 착즙하여 굴절계(GMK-703AC, Seoul, Korea)로 측정하였다. 산도는 과즙을 5 mL씩 비이커에 취한 후 증류수로 5배 희석하여 0.1N NaOH로 적정 후 malic acid 함량을 기준으로 계산하였다. 바람들이 발생률 조사는 수확된 과실을 물이 담긴 통에 띄워 뜨는 과실을 바람들이 과실로 구분하여 조사했으며 백분율(%)로 나타내었다.

과실 상온 보구력 변화는 수확 후 상온에서 15일, 30일, 60일 동안 저장하면서 과중, 경도, 당도, 산도, 과피색 등을 조사하였다. 과피색의 변화는 배의 중앙단면을 기준으로 2 cm 바깥쪽을 색차계(Minolta Colorimeter, CR-300, Minolta, Tokyo, Japan)를 이용하여 측정하였다. 측정 전 표준백판(L= 96.90, a=0.21 및 b=2.21)으로 보정한 후 사용하였으며 L(명도, lightness), a(적색도, redness), b(황색도, yellowness)값으로 나타내었다. 조사 결과 각 시기별 당도, 산도, 과피색은 유의한 차이가 없어 결과 자료는 제시하지는 않았다. 중량 감모율은 초기중량과 일정기간 경과 후 측정된 중량의 차이를 초기 중량에 대한 백분율(%)로 나타내었다.

### 통계처리

실험결과는 3회 이상 반복 측정된 값을 이용하였으며, 모든 측정항목은 평균값으로 나타내었다. 통계처리는 SPSS 17.0 (Statistical Package for Social, SPSS Inc., Chicago, IL, USA) software을 이용하여 무처리와 GA 도포제 25 mg 처리군 간에 독립 t-test를 이용하여 p<0.05 수준에서 유의성을 검증하였다.

## 결과 및 고찰

### 수체변화

GA 도포제 25 mg을 과경에 처리하여 발생한 이상발육 과대지의 발생률과 과대지수 및 꽃 수는 Table 1과 같다. 이상발육 과대지 발생률은 무처리에서 27.5%, GA 도포제 처리 시 52.5% 발생하였다. 이러한 변화는 Choi 등(12)의 보고에서 ‘황금배’, ‘영산배’, ‘추황배’ 등이 GA를 처리함에 따라 과경이 모두 굵어졌고 GA 도포제를 과경을 통하여 지속적으로 공급함으로써 종자의 충실한 형성과 과실비대 효과를 볼 수 있다는 보고와 유사하였다. GA도포제 처리가 과실과 과대지 비대에 영향을 미치는 직접적인 효과는 GA에 의한 과실세포수의 증가이나 과경부의 비대에 의한 통도조직의 발달도 간접적인 영향이 있을 것으로 생각된다(11). GA 도포제 무처리 수체의 정상 과대지수와 이상발육 과대지수는 각각 2개와 1.4개였고, GA 도포제 25 mg 도포 처리 후 정상 과대지수는 2개씩인 반면 이상발육 가지의 과대지수는 1.5개로 유의하게 적었으며 과대지가 생기지 않은 것은 일반적으로 고사한 것으로 관찰되었다. 또한 자료로 제시하는 하지 않았지만 년도별 과대지 조사결과 5년 이상 된 가지의 과대지 일수록 이상발육 과대지 발생률이 높았다. 과대지당 꽃 수는 GA 도포제 무처리와 25 mg 도포군 모두 정상 과대지가 7.2개인 반면 이상발육 과대지는 무처리군 6.8개, GA 도포제 25 mg 처리군은 6.4개로 유의하게 적었다. 이러한 결과는 Bertelsen과 Tustin(14)의 GA<sub>3</sub>와 GA<sub>4+7</sub> 처리는 ‘Pacific Rose’ 사과에서 화아 형성을 억제하고 지베렐린의 1, 2차에 걸친 사용은 단과지와 신초의 화아 형성을 각각 60%, 50%씩 감소시켰다고 한 연구결과와 유사하였다.

**Table 1. Occurrence and growth changes of normal and abnormal bourse shoot condition with 25 mg GA paste (2.5% GA<sub>3</sub> + 0.2% GA<sub>4+7</sub>) treated with fruit stalk of ‘Niitaka’ pear one year**

GA paste <sup>1)</sup> (mg/fruit stalk)	Condition of bourse shoot	Occurrence of bourse shoot (%)	Spur bud per branch (ea)	Flower number per Spur bud (ea)
Control	Normal	72.5	2	7.2
	Abnormal	27.5	1.4	6.8
T-test		* <sup>2)</sup>	*	ns
GA 25	Normal	47.5	2	7.2
	Abnormal	52.5	1.5	6.4
T-test		ns	*	*

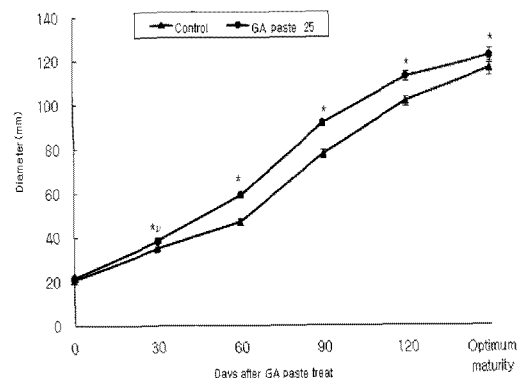
<sup>1)</sup>GA paste 25 mg per fruit stalk.

<sup>2)</sup>ns, \* nonsignificant or significant at independent T-tests at p=0.05.

### 과실비대량

유과기 GA 처리에 의한 ‘신고’배의 과실비대량 조사 결과 각 생장시기별 횡경의 변화는 Fig. 2와 같다. GA 처리전 과 GA 처리 후 10일에는 두 군 간에 횡경의 차이가 없었는

데 처리 후 20, 30일에는 GA 도포 25 mg 처리 과실의 횡경이 무처리에 비하여 유의적으로 증가하였다. 이는 Hwang과 Byun(10)의 보고에 의하면 과실 발육 초기는 세포분열이 왕성한 시기이며, 이 때 과실의 대소는 주로 세포 수에 의해 좌우되는데 과실의 세포 수에 영향을 미치는 요인들로는 꽃눈의 소질, 수체 내의 저장양분의 양, 온도 및 과실 내 종자 수 등 많은 요인을 들 수 있으며 발육초기에 소과인 것은 상기의 요인들이 세포분열에 제한인자로 작용하고 있음을 나타내는 것으로 볼 수 있다고 하였다. 따라서 정상적으로 발육하고 있는 과실에서는 세포분열의 제한요인들이 크게 영향을 미치지 못하므로 지베렐린의 처리 효과는 충분히 나타나는 것으로 여겨진다고 하였다. 즉, 발육초기에 GA에 의해 세포 수가 많은 것은 수확기까지 그 세포 수를 유지하므로 과실비대와 과중 증가로 연결되는 것으로 판단되었다. GA 도포제 처리 후 60일, 90일, 120일, 적숙기로 갈수록 유의적인 차이를 보였으나 적숙기에는 그 차이가 더 적었다. Byun(9)은 GA<sub>4+7</sub> 및 GA<sub>4+7</sub>+BA 처리 10일 후 급격한 과실비대 효과가 있는 후 30~40일간은 거의 그대로 지속되었고, 그 후는 시일의 경과와 더불어 그 비대율이 무처리의 비대율과 비교할 때 감소되는 경향을 보였다고 보고하여 본 연구결과와 유사하였다. 이와 같은 초기 과실비대 촉진시일이 경과함에 따라 무처리의 비대촉진보다 그 정도가 떨어지는 것은 GA<sub>4+7</sub>의 작용이 주로 세포분열을 촉진하고 그 후의 비대에는 큰 역할을 못하기 때문이거나 아니면 GA<sub>4+7</sub>처리 효과가 단기간 내에 소멸해버려 세포비대기 중에는 그 작용력을 발휘할 수 없기 때문인 것으로 보고하였다. Choi(12)는 GA처리가 과실비대에 영향을 미치는 직접적인 효과는 GA에 의한 과실세포수의 증가이나 과경부의 비대에 의한 통도조직의 발달도 간접적인 영향을 한다고 하였다. 또한 GA 도포제를 과경에 처리하면 과실의



**Fig. 2. Changes in diameter of control and GA paste 25 group during growth period of 25 mg GA paste (2.5% GA<sub>3</sub> + 0.2% GA<sub>4+7</sub>) treated with fruit stalk of ‘Niitaka’ pear.**

The values represent mean  $\pm$  SD of triplicate independent experiments.

Optimum maturity: GA treat group : September, 22, Control : September, 29.

<sup>1)</sup>ns, \* nonsignificant or significant at independent T-tests at p=0.05

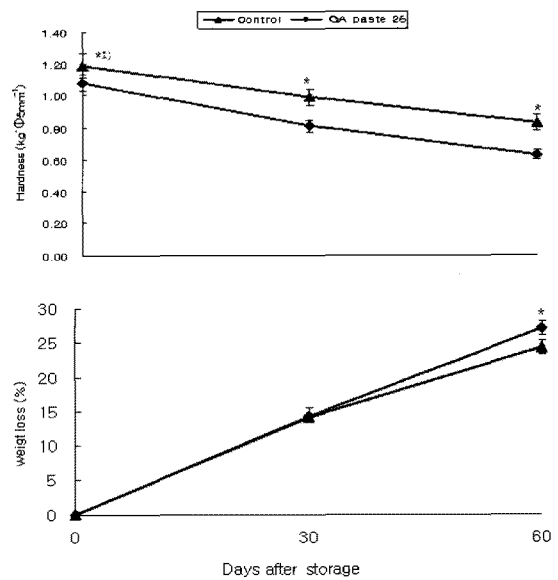
sink strength가 현저하게 증대해 광합성산물을 많이 축적하게 되고 그 결과 과실의 세포 비대가 촉진되어 과실이 비대하는 것이라고 하였다(8).

**과실특성**

GA도포제 처리 '신고'배의 수확 시기별 과실특성은 Table 2와 같다. GA 무처리의 적숙기를 9월29일로 설정하여 수확하였고, GA 처리 과실은 보통 무처리보다 1주 정도 숙기가 빨라진다는 점(15)을 감안했을 때 9월 22일을 적숙기라고 판단하였다. 과중은 각 수확시기별로 GA 도포제 25 mg 처리군이 높게 나왔으나, 당도와 산도 및 과피색은 두 군 간에 차이가 없었으며 상대적으로 경도는 더 낮게 나왔다. 이는 Byun (9)의 GA<sub>4+7</sub>처리는 사과 품종에서 대과의 비율을 높이고 소과의 비율은 낮출 수 있으나 과육의 경도를 낮추는 경향으로 나타났다는 보고와 Kim(16)의 지베렐린 도포제의 처리가 과중의 비대에는 효과가 있으나 대조구에 비하여 경도가 낮아져 저장력이 저하된다는 보고와 일치하였다.

바람들이 발생률(Table 2)은 GA 도포제 25 mg 처리군이 높았고 수확시기가 늦어질수록 발생률이 증가하였다. 바람들이 현상의 원인은 칼슘 부족, 배수불량, 토양 공극률이 적은 경우, 유목기에서 가지의 생장이 지나치게 왕성할 때, 밀식과원에서 강전정, 개화 및 결실 과다, 식물생장조절제 사용 등으로 알려졌다(17). 또한 Shim 등(2)의 보고에 의하면 과육 내 바람들이가 발생된 조직은 세포막의 투과성이 조기에 증가하였거나 생리적으로 연화가 더욱 진행된 상태라고 하였고 바람들이가 장해가 발생한 과실 조직의 경우 수용성 펙틴, CDTA-가용성 펙틴 및 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>-가용성 펙틴의 가용성이 정상과실의 조직에 비하여 크게 증가한 결과라고 하였다. 이상의 결과에 의하면 본 연구에서 바람들이 발생률의 증가는 식물생장조절제인 지베렐린의 사용으로 인한 생리적인 연화가 진행된 것으로 판단되었다.

수확 후 저장 중 경도 및 중량 감모율의 변화는 Fig. 3과 같다. 저장 기간에 따른 과실의 당도, 산도 및 색의 변화는 유의적이지 않았으며(자료 미제시) 경도는 감소하였고 중량 감모율은 증가하였다. 수확 후 저장 중 경도변화는 기간이 길어질수록 감소하였는데 무처리에 비해 GA 도포제 25 mg 처리군이 유의적으로 저장 초기보다 저장 30일 이후에 감소 폭이 더 컸다. 중량 감모율은 저장 30일까지는 차이가 없었으나 저장 60일에는 유의적인 차이를 보였으며 GA 도포제 25 mg 처리군의 중량 감모율이 더 증가하였다. Shim 등(2)의 보고에 의하면 과실의 경도는 저장기간의 경과에 따라 유의하게 감소하는데 미숙과에서 변화량이 매우 커서



**Fig. 3. Changes in hardness and weight loss of post-harvest storage fruit of 25 mg.**

GA paste (2.5% GA<sub>3</sub> + 0.2% GA<sub>4+7</sub>) treated with fruit stalk of 'Nittaka' pear. The values represent mean ± SD of triplicate independent experiments.  
<sup>1)</sup>ns, \* nonsignificant or significant at independent T-tests at p=0.05

**Table 2. Harvest period fruit characteristics of control and GA paste 25 group of 25 mg GA paste (2.5% GA<sub>3</sub> + 0.2% GA<sub>4+7</sub>) treated with fruit stalk of 'Nittaka' pear**

Harvest period	GA paste (mg/fruit stalk)	Weight (g)	Hardness (kg/Ø5mm)	Soluble solids (°Bx)	Acidity (%malic acid)	L	a	b	Firmness occurrence(%)
Sep. 22	Control	649.4	1.22	11.6	0.1	55.7	6.6	23.4	1.43
	GA 25	771.1	0.97	12.6	0.1	52.6	5.5	22.9	5.7
	T-test	* <sup>1)</sup>	*	ns	ns	ns	ns	ns	*
Sep. 29	Control	790.1	1.19	12.4	0.1	55.6	3.1	24.3	14.0
	GA 25	922.9	1.12	12.3	0.1	55.9	3.5	24.3	14.3
	T-test	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Oct. 6	Control	764.6	1.18	12.7	0.1	54.8	3.9	23.7	14.0
	GA 25	954.4	1.13	12.9	0.1	55.9	3.7	23.7	26.7
	T-test	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*

<sup>1)</sup>ns, \* nonsignificant or significant at independent T-tests at p=0.05

저장 4개월 후에는 저장 전에 비해 5 N/φ8 mm 정도 감소했으나 적숙과에 비해서는 유의하게 높은 경도를 유지하고 있으므로 장기 저장용으로는 적숙과 보다는 미숙과를 이용하는 것이 바람직하다고 보고하였으며, 과육 내 바람들이 발생된 조직은 세포막의 투과성이 조기에 증가하였거나 생리적으로 연화가 더욱 진행된 상태라고 하였다. 따라서 본 연구에서는 수확 후 저장 중 과실의 수분 감모량의 증가가 과실의 경도와 과중을 감소하였을 것으로 판단되었다.

결론적으로 '신고' 배의 유과기 과정에 GA 도포제 25 mg을 처리함으로써 인해 과대지 이상발육의 변화를 야기하고 과실 생장기간 동안 무처리에 비해 과실비대량은 증가하나 수확 시 경도가 감소하고 바람들이 발생률이 증가하며 저장 중 보구력이 감소하므로 수체를 보호하고 배의 상품성을 높이기 위해서는 GA 도포제의 사용을 지양해야 할 것으로 사료된다.

## 요 약

본 연구는 '신고'배의 재배과정에서 만개 후 35일에 GA 도포제를 처리하여 발생하는 과대지의 변화와 과실특성 및 품질변화의 양상을 구명하고자 수행하였다. 이상발육 과대지의 발생률은 GA 도포제 무처리군 27.5%, 25 mg 처리군 52.5%로 유의한 차이를 나타냈고, 과대지수와 꽃 수는 이상발육 과대지에서 감소하였다. GA 도포제 처리 후 배생육기간 동안 GA 도포제 25 mg 처리군의 과실비대량이 무처리군에 비해 유의적으로 증가하였다. 또한 수확기 과실의 당도, 산도, 과피색은 두 군간에 차이가 없었으나 경도는 감소하였으며 과중과 바람들이 발생률은 무처리에 비하여 GA도포제 25 mg 처리군이 유의적으로 증가하였다. 수확 후 저장기간 동안 GA 도포제 25 mg 처리 과실의 경도는 무처리보다 유의적으로 낮아졌으며 중량 감모율은 저장 후 60일에 유의적으로 증가하였다.

## 감사의 글

본 연구는 2009년도 농촌진흥청 국립원예특작과학원 배시협장 박사후연수과정지원사업에 의해 이루어진 것입니다.

## 참고문헌

- Hwang HS (2010) New agriculture skill and prospect. Pear Experimental Station, NIHHS, p 2-5
- Shim HK, Seo JH, Moon SJ, Han CH, Matsumoto K, Hwang YS and Chun JP (2007) Cell wall characteristics of pithiness tissues in 'Niitaka' pears during storage. Korean J Hort Sci Technol, 25, 223-229
- Peter H and Phillips AL (2000) Gibberellin metabolism: new insights revealed by the genes. Trends in Plant Sci,

5, 523-530

- Weaver RJ (1972) Plant growth substances in agriculture. W H Freeman and Company, p 250-290
- Byun JK (1980) The effects of gibberellin A4 (GA4) and folithion (MEP) treatment on the abscission of young fruits of 'Fuji' apple. J Korean Soc Hort Sci, 21, 42-47
- Choi JJ, Choi JH, Han JH, Hong KH, Lee SH, Kang SS, Son DS and Tanabe K (2007) Changes of GA content in flesh during fruit development in 'Niitaka' and 'Shinkou' pear. Korean J Hort Sci Technol, 25, 90
- Youn CK, Lim SC, Kim HH, Kim YH, Lee CH and Choi KS (2000) Effect of GA paste and calcium chloride on tree growth, fruit quality, and storability of 'Niitaka' pear. J Korean Soc Hort Sci, 41, 517-522
- Choi JH, Choi JJ, Han JH, Hong KH, Lee SH, Son DS and Tanabe K (2007) Changes of sugar metabolism related enzyme activity by GA paste treatment in 'Kousui' pear. Korean J Hort Sci Technol, 25, 90
- Byun JK (1979) Effects of gibberellin A4+7 and benzyladenine treatment to the fruit stalks on the fruit development and quality in several apple cultivars. J Korean Soc Hort Sci, 20, 47-54
- Hwang HS and Byun KB (1985) Effect of gibberellins and their treating positions on the development of apple fruits. J Res Dev, 4, 35-42
- Hong KH, Kim GK, Choi JH, Han JH, Youn SK and Gang HY (1994) Harvest promotion test of pear according to growth regulator. Hort Ann (Fruit), 1043-1061
- Choi DG (2004) Changes of fruit characteristics and storage by gibberellin and polyamine treatment of Oriental pear (*Pyrus pyrifolia*). J Bio-Environ Cont, 3, 185-193
- Kim HG, Choi DG, Yoo DH and Choi DC (2002) Changes of fruit quality by gibberellin and polyamine treatment of pear. J Bio-Environ Cont, 11, 233-240
- Bertelsen MG and Tustin DS (2002) Suppression of flower bud formation in light cropping trees of 'Pacific Rose' apple using gibberellin sprays. J Hort Sci Biotech, 77, 753-757
- Kim JG and Lee CH (2009) Effect of gibberellin treatment on enlargement and mature promotion in 'Niitaka' pear (*Pyrus pyrifolia* L.). J Agr Life Sci, 43, 23-30
- Kim GK (1996) Effect of gibberellin paste treatment on fruit characteristics of pear. Hort Ann (Fruit), 675-686
- Kim JH (2001) Recent pear cultivation. Osung Books, Seoul, Korea, p 266-267

(접수 2010년 12월 29일 수정 2011년 6월 20일 채택 2011년 6월 24일)