

## 비선택성 제초제 Glufosinate-ammonium 오용이 사과나무의 품종별 생육반응 및 수확에 미치는 영향

이인용<sup>1</sup>, 박용석<sup>2\*</sup>, 김성민<sup>2</sup>, 강철아<sup>2</sup>, 전병철<sup>2</sup>, 박재읍<sup>1</sup>

## The Effect of Apple Tree Growth and Apple Yield from the Misuse of Non Selective Herbicide, Glufosinate-ammonium

In-Yong Lee<sup>1</sup>, Yong Seog Park<sup>2\*</sup>, Sung Min Kim<sup>2</sup>, Cheol Ah Kang<sup>2</sup>  
Byeong Chul Chun<sup>2</sup> and Jae-Eup Park<sup>1</sup>

**ABSTRACT** This study was conducted to investigate the phytotoxic reaction and the impact on the growth of apple fruit included the yield amount by misuse of non-selective herbicide, glufosinate-ammonium in apple field and for the study, 4 cultivars of apple were tested. The results showed that the highest phytotoxic degree was observed on Sansa-cultivar and then the degree was diminished on Tsugaru, Hongro and Fuji in order in the application year. In one year after application, the highest phytotoxic degree was showed on Fuji and then diminished on Tsugaru, Hongro and Sansa in order. However, in one year after application, the phytotoxic symptom was negligible in comparison with the degree in the year of application and the flowering and fruiting were reduced 30% only in Fuji, but in the other cultivars, the phytotoxic symptoms were not observed. Meanwhile, the residue of glufosinate-ammonium was below the detection limit as 0.04ppm in all tested cultivars and in 2years after application, the phytotoxic symptom was not observed in all cultivars of the apple.

**Key words:** apple; glufosinate-ammonium; misuse; non-selective herbicide.

### 서 언

사과농사는 병해충 및 잡초와의 전쟁이라고 할 만

큼 약제방제가 사과농사의 성패를 좌우한다고 해도 과언은 아니다. 최근 친환경 과수재배가 늘어나면서 사과원의 잡초방제는 부직포, 농기계에 의한 예초작

<sup>1</sup> 농촌진흥청 국립농업과학원, 441-707 경기도 수원시 권선구 서둔동 250(National Academy Agricultural Science, RDA, Suwon 441-707, Korea).

<sup>2</sup> 바이엘크롭사이언스(주), 451-864 경기도 평택시 진위면 동천리 532-6(BayerCropScience Ltd., Pyeongtaek 451-864, Korea).

\* 연락저자(Corresponding author) : Phone) +82-31-610-7742, FAX) +82-31-611-8802, E-mail) yongseog.park@bayercropscience.com

(Received November 17, 2010; Examined November 26, 2010; Accepted November 29, 2010)

업, 초생재배 등 많은 노동력이 들어가는 방법을 실시하고 있는 것이 현실이다(정 등 1998). 그러나 사과원에 이용토록 등록된 제초제를 사용하면 잡초를 효율적으로 관리할 수 있을 것이다.

현재 사과원에 이용토록 등록된 비선택성 제초제는 19종으로 대부분 잡초생육기에 사용하는 경엽처리제이다(한국작물보호협회 2010). 이들 비선택성 제초제를 오·남용할 경우 대상 작물인 사과나무가 고사하는 등의 심각한 피해를 유발할 수 있다(이 등 2001). 또 살균제와 살충제를 혼용하는 과정에서 약제의 오판으로 비선택성 제초제가 혼합될 경우 수확량이 감소되는 등의 치명적인 피해를 받을 수 있으며(이 등 2005), 이러한 사례가 농가에서 종종 일어나고 있는 것이 사실이다(바이엘크롭사이언스 내부보고서, 자료 생략).

따라서 본 조사는 2007년도 농가에서 발생한 비선택성 제초제인 글루포시네이트암모늄액제의 오용에 따른 피해상황을 연차적으로 조사하여 얻어진 결과를 보고하는 바이다.

## 재료 및 방법

2007년 5월 30일 충남 예산군 신암면 증명리에 위치한 사과 과수원에서 비선택성 제초제인 글루포시네이트암모늄액제(Glufosinate ammonium, GLU)를 병해충 방제용 농약으로 오판하여 혼용·살포한 후 발생하는 피해상황(낙엽율, 피해과율 및 수확율 등)을 품종별 및 수령별로 조사하였다. 이 과수원에는 후지(10~15년생), 쓰가루(10~15년생), 홍로(5년생), 산사(5년생) 등 4품종이 재배되고 있었다.

### GLU 오용·살포

사과나무에 살균제(플루아지남수화제 2,000배)+살충제(에토펜프록스수화제 1,000배)+4종 액비를 혼용살포하는 과정에서 농약살포 작업자의 실수로 비선택성 제초제 GLU(1,000배-180ppm)를 혼용하여 300평당 400ℓ에 해당하는 물량을 고압SS 분무

기로 수관전면 살포하였다. 재배면적 26,400m<sup>2</sup>(8,000평)중 약 19,800m<sup>2</sup>(6,000평)에 살포되어 피해를 받았다.

### 약해 조사시기, 내용 및 방법

GLU에 대한 피해정도 조사는 약제살포 15일후(6월 14일) 1차 조사를 하였다. 조사내용은 피해엽율과 낙엽율, 피해과율, 신엽 발생률이었으며, 후지는 10주, 기타 품종은 각각 5주씩 달관조사하여 약해피해를 받지 않은 다른 과원의 사과나무와 비교하였다. 2차 조사는 약제살포 33일후(7월 3일), 3차 조사는 약제살포 68일후(8월 7일), 4차 조사는 약제살포 90일후(8월 29일)에 같은 방법으로 조사하였다. 특히 약해조사 과정에서 사과나무 품종별로 나타나는 피해정도 차이를 비중있게 관찰하였다.

사후관리 측면에서 GLU 살포 후 농가에서는 병해충(점무늬낙엽병, 갈반병, 탄저병, 응애, 진딧물 등)의 표준방제를 위해 4회 살균제+살충제를 혼용 살포하여 사과나무를 철저히 병해충으로부터 보호하였다.

GLU 살포 후 2년 및 3년이 경과된 뒤에도 나타날 수 있는 피해주의 수세와 다음해의 개화와 착과율에 미치는 영향을 백분율로 환산하였다.

### GLU 잔류량조사

약해를 받은 당년(2007년)에 조생종 쓰가루는 8월 31일, 중만생종인 후지는 10월 16일에 각각 수확하여 사과 중에 GLU의 잔류량을 분석하였다. 분석방법은 수확한 사과를 잘게 자른 후 물을 이용해 추출한 다음 ion exchange resin을 통과시켰다. 반응을 시킨 다음 SPE cartridge를 이용해 정제하고 GLC-NPD로 잔류량을 측정하였다.

## 결과 및 고찰

### GLU 오용에 의한 당해년도 약해정도

GLU 살포에 따라 당해연도에 발생하는 사과나무의 약해정도는 표 1, 2, 3, 4와 같다. GLU 살포 15

**Table 1.** Phytotoxicity in apple tree after 15 days misused of glufosinate- ammonium SL<sup>1, 2)</sup>.

Apple cultivar	Examined Items			
	Ratio of damaged leaves (%)	Ratio of fallen leaves (%)	Ratio of damaged apples (%)	Ratio of occurred new leaves (%)
Fuji	55~90	35~60	30~50	0.0~0.0
Tsugaru	95~100	90~95	60~80	0.3~0.7
Hongro	95~100	80~95	60~95	0.5~0.9
Sansa	95~100	100	90~100	0.5~1.0

<sup>1)</sup> Examined Fuji was 10 trees, the other varieties were 5 trees, respectively.

<sup>2)</sup> Examines time : June 14 2007.

일 후에 후지 등 4품종을 조사한 결과, 피해엽율의 경우 후지는 55~90%로서 피해엽율의 35~60%만 낙엽된 반면에 다른 3품종은 95~100%로 모두 피해를 받았으며 80% 이상 낙엽되었다. 그리고 피해 과율의 경우, 후지는 30~50%이었으나 쓰가루 등 3품종은 60~100% 사과열매에 약제를 맞은 부위에 약흔 등으로 상품성이 없는 것으로 판단되었다. 낙엽된 후 신엽이 나오는 기간이 짧은 관계로 신엽 발생율은 피해엽의 낙엽율이 낮았던 후지의 경우는 전혀 없었고 나머지 3품종도 1% 미만이었다(표 1).

GLU 살포 33일 후(2차 조사)의 사과나무에 나타나는 피해정도는 1차 조사 때보다는 피해엽율은 감소되었으나 낙엽율은 증가되는 경향을 보였다. 낙엽율이

증가되면서 신엽 발생율에 있어서 후지는 15%내외로 가장 낮았으며, 쓰가루 등 3품종은 최대 25~30% 되었다(표 2). 즉 사과나무는 생존을 위하여 약제피해를 받은 잎들은 떨어뜨리고 광합성을 위한 잎들을 새로이 생성하는 것으로 사료된다.

3차 조사인 약제살포 68일 후 조사에서는 2차 조사 때와 피해상황은 크게 변화되는 것은 없었으며, 단지 신엽 발생율이 후지는 33~47%내외, 쓰가루는 57.7~65%, 홍로는 60.0~71.7% 그리고 산사는 70.7~81.0%이었다(표 3). 즉 산사의 경우는 약제피해를 받은 즉시 낙엽으로 인하여 신엽 발생이 빠른 경향이였다.

GLU 피해를 받은 당년의 마지막 달관조사는 약제 피해를 받은 지 3개월이 경과된 약제살포 90일 후에

**Table 2.** Phytotoxicity in apple tree after 33 days misused of glufosinate- ammonium SL<sup>1, 2)</sup>.

Apple cultivar	Examined Items			
	Ratio of damaged leaves (%)	Ratio of fallen leaves (%)	Ratio of damaged apples (%)	Ratio of occurred new leaves (%)
Fuji	50~80	40~70	40~60	13.3~17.7
Tsugaru	80~85	95~100	70~90	17.0~25.3
Hongro	75~80	90~95	70~95	20.3~29.3
Sansa	75~80	100	90~100	20.7~30.3

<sup>1)</sup> Examined Fuji was 10 trees, the other varieties were 5 trees, respectively..

<sup>2)</sup> Examines time : July 3 2007.

**Table 3.** Phytotoxicity in apple tree after 68 days misused of glufosinate- ammonium SL<sup>1, 2)</sup>.

Apple cultivar	Examined Items			
	Ratio of damaged leaves (%)	Ratio of fallen leaves (%)	Ratio of damaged apples (%)	Ratio of occurred new leaves (%)
Fuji	40~60	40~70	50~70	33.0~47.3
Tsugaru	30~45	95~100	90~99	57.7~65.0
Hongro	20~40	90~95	80~95	60.0~71.7
Sansa	20~30	100	90~100	70.7~81.0

<sup>1)</sup> Examined Fuji was 10 trees, the other varieties were 5 trees, respectively..

<sup>2)</sup> Examines time : August 7 2007.

**Table 4.** Phytotoxicity in apple tree after 90 days misused of glufosinate- ammonium SL<sup>1, 2)</sup>.

Apple cultivar	Examined Items			
	Ratio of damaged leaves(%)	Ratio of fallen leaves (%)	Ratio of damaged apples (%)	Ratio of occurred new leaves (%)
Fuji	20~30	40~70	50~70	70.3~79.7
Tsugaru	5~20	95~100	90~99	77.7~95.0
Hongro	0~10	90~95	80~95	90.0~100
Sansa	0~10	100	90~100	90.3~100

<sup>1)</sup> Examined Fuji was 10 trees, the other varieties were 5 trees, respectively..

<sup>2)</sup> Examines time : August 29 2007.

실시하였다. 피해엽은 대부분 낙엽되어 없거나 10% 내외였으나, 후지 품종만은 20~30%정도의 피해엽을 부착하고 있었다. 거기에 따라 낙엽율도 후지는 40~70%인 반면에 나머지 3품종은 90%이상의 낙엽으로 신엽 발생을 촉진하는 계기가 된 것으로 추정된다(표 4). 피해과울의 경우 후지만 50~70%인 반면에 나머지 3품종은 80~100% 피해를 받아 앞에서 언급한 바와 같이 상품성이 없었다.

#### GLU 오용살포에 의한 당해연도 사과 수확

GLU에 피해를 받은 사과나무에서 당년(2007년) 8월 31일에 조생종인 쓰가루를 수확하였으나 약제처리 후 90일이 경과되어도 상품성이 있는 과실이 거의 없어 방치하여 자연낙과를 시켰다. 그리고 홍로와 산사는 약혼에 의한 약반증상이 95%이상 발생하였으며, 그 중에서 50~60%정도는 조기 낙과되었고 최종적으로 일부 남은 과실도 100% 상품성이 없었으나,

**Table 5.** Fuji-cultivar yield when misused of glufosinate-ammonium SL in 2007<sup>1)</sup>.

Cultivar	Yield apple (%)	Phytotoxicity apple (%)	Normal apple (%)
Fuji	40~70	70~80	20~30

<sup>1)</sup> Yield time : October 16 2007.

**Table 6.** Glufosinate-ammonium residue when misused of glufosinate- ammonium SL in 2007.

Item	Tsugaru (Yield Aug. 31)			Fuji (Yield Oct. 16)		
	Replication 1	Replication 2	Replication 3	Replication 1	Replication 2	Replication 3
Residue (mg kg <sup>-1</sup> )	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04	<0.04

중만생종인 후지의 경우는 20~30%의 정상과를 수확할 수 있었다(표 5).

#### 사과내 함유된 GLU 잔류량

GLU 살포에 따라 과실에 함유되어 있는 잔류량을 조사한 결과는 표 6과 같다. 즉 당년(2007년) 8월 31일에 수확한 쓰가루를, 그리고 10월 16일에 수확한 후지를 잔류분석한 결과, 검출한계(<0.04mg kg<sup>-1</sup>) 미만이었다. 이는 GLU가 오용으로 사과나무에 피해를 주었지만 광 등에 의해 신속하게 분해되어 사과에는 이들 성분이 검출되지 않은 것으로 판단된다.

#### GLU 오용살포 1년 후(2008년) 사과나무 개화 등에 미치는 영향

사과나무에 GLU 살포에 의한 1년 후 개화 및 착과율 그리고 수확량에 미치는 영향은 표 7과 같다. 먼저 5월 30일에 조사한 개화율을 보면, 후지는 40~60%인 반면에 쓰가루, 홍로, 산사 등 3품종은 95%이상 개화되었다. 개화정도에 따라 착과율의 비례하는 양상을 보여 후지의 착과율은 30~50%인데 3품종의 착과율은 90%이었다. 이런 현상은 수확기까지 지속되어 수확율은 후지는 60%인데 나머지 3품종은 95~100%이었다(표 7). 즉 쓰가루, 홍로, 산사 등은 GLU 오용에 의해서는 살포 다음 해부터 정상적인 수

확이 이루어진 반면에, 후지 품종은 초기의 개화와 착과불량에 따라 정상적인 수확을 할 수 없었다.

GLU 오용으로 피해를 받았던 사과나무 중 당해연도 낙엽이 되고 신엽 발생율이 높았던 쓰가루, 홍로, 산사 등은 1년이 경과되면 정상적인 생육을 한 반면에 낙엽이 지연되었던 후지는 다음해까지 GLU 약해 피해가 지속되고 있음을 알 수 있었다.

#### GLU 오용살포 2년 후(2009년) 사과나무 개화 등에 미치는 영향

사과나무에 GLU 살포에 의한 2년 후 개화 및 착과율 그리고 수확량에 미치는 영향은 표 8과 같다. 즉 사과원 비선택성 제초제인 GLU를 잘못하여 사과나무에 직접 살포되었다하더라도 2년이 경과되면 개화율, 착과율 및 수확율이 약제피해를 받지 않은 사과나무와 큰 차이가 없이 회복되는 것을 알 수 있었다. 그러나 이러한 회복정도는 약제의 희석농도와 나무의 수세에 따라 다를 수 있을 것이다.

이상의 결과를 종합하면, GLU를 사과원에서 오용으로 살포된 경우, 품종에 따라 약해 피해가 1년 또는 2년 이상 지속되었다. 후지 품종의 경우 당년에는 피해증상이 다른 품종에 비해 상대적으로 낮았으나 그 피해는 2년 동안 지속되는 경향이였다. 그러나 쓰가루, 홍로, 산사 등은 피해를 받은 즉시 낙엽이 되고 새

**Table 7.** Effect of yield, flowering and fruit setting after 1 year (2008) misused of glufosinate-ammonium SL.

Apple cultivar	Ratio of flowering (%, May 30)	Ratio of fruit setting (%, June 15)	Ratio of yield (%)
Fuji	40~60	30~50	60
Tsugaru	95~100	90~95	95
Hongro	95~100	90~100	99
Sansa	95~100	95~100	100

**Table 8.** Effect of yield, flowering and fruit setting after 2 year (2009) misused of glufosinate-ammonium SL.

Apple cultivar	Ratio of flowering (%, June 2)	Ratio of fruit setting (%, June 15)	Ratio of yield (%)
Fuji	100	95 ~ 100	100
Tsugaru	100	100	100
Hongro	100	100	100
Sansa	100	100	100

로운 잎이 발생되어 이듬해에는 정상적인 생육을 하였다. 그러므로 농가에서는 GLU를 오용되었을 경우 품종별로 약해증상이 다르기는 하지만, 후기에 발생하는 병해충을 예방 및 방제하면서 정상적으로 관리할 필요가 있다. 그러나 이런 약해는 GLU의 살포농도와 나무의 수세에 따라 달라질 수 있으므로 사과나무에 약제가 묻지 않도록 주의하여야 한다.

## 요 약

비선택성 제초제인 글루포시네이트암모늄액제를 농작업자의 오판에 의한 오용으로 사과나무에 직접 살포된 경우 품종별, 수령별로 나타나는 약해반응과 수확에 미치는 영향을 조사하였다. 사과나무 품종에 따라 약해정도가 다르게 나타났다. 약제살포 당해연도에는 산사 > 쓰가루 > 홍로 > 후지 순으로, 약제살포 다음해에는 후지 > 쓰가루 > 홍로 > 산사 순으로 피해가 나타났으나, 그 피해정도는 당년에 비해 경미하였다. 이듬해, 후지에서는 꽃과 착과정도에서만 30%정도 감소하였으나 쓰가루, 홍로, 산사에서는 개

화상태, 착과율 등에서 전혀 피해증상이 관찰되지 않았다. 약해를 받은 당년에 조생종 쓰가루와 중만생종 후지 대상으로 각각 수확기 10일전에 사과 중 잔류량을 검사한 결과, 잔류량은 검출한계(0.04ppm) 미만이었다. 그리고 오용 2년 후(2009년)에는 후지, 쓰가루, 홍로, 산사 모두에서 약해증상이 나타나지 않았다.

## 인 용 문 헌

- 이인용, 박재읍, 박태선, 임순택, 문병철. 2001. 논, 밭 및 과원 제초제의 농가사용실태. 한국잡초학회지 21(1):58-64.
- 이인용, 지승환, 박남일, 권오석, 정경임, 박재읍. 2005. 비선택성 제초제 오용에 의한 벼의 생육반응 및 수량. 한국잡초학회지 25(1):9-13.
- 정재식, 이재석, 최충돈, 정종도. 1998. 툇새풀을 이용한 초생재배에 관한 연구. 한국잡초학회지 18(2): 128-135.
- 한국작물보호협회. 2010. 농약사용지침서. pp. 1072-1085.