

## 포도농가의 병해충 인식 및 화학적 방제 실태

차병진\* · 이윤상<sup>1</sup> · 이형래

충북대학교 농과대학 농생물학과, <sup>1</sup>충북농업기술원 옥천포도시험장

**요약** : 포도 병해충 방제기술 확립을 위한 연구의 기초단계로서 포도 재배 농가를 대상으로 병해충 방제실태 및 피해에 대한 설문조사를 실시한 결과, 방제가 가장 어려운 해충은 포도호랑하늘소와 포도유리나방이었으나, 병은 탄저병, 노균병, 흰가루병, 새눈무늬병, 갈색무늬병 등 다양하였다. 병충해의 발생은 포도 재배방식에 따라 차이가 있었으며, 해충보다는 병에 의해서, 시설재배보다는 노지비가림재배에서 감수율이 더 컸다. 농가의 병충해 식별능력은 높다고 할 수 없었으며, 병충해가 발생하면 주로 농약상이나 이웃 농가에 문의하고, 농약상이 처방해 주는 농약을 처리하는 것으로 나타났다. 방제력을 활용하는 농가는 사용하지 않는 농가보다 적었으며, 대부분의 농가가 예방차원에서 방제를 하고 있었다. 반 이상의 농가가 적어도 한가지의 농약을 영양제와 혼합처리하고 있었으며, 살충제는 5회 이내로 처리하는 반면, 살균제는 6회 이상을 처리하고 있었다. 단위 면적 당 방제비용은 변이 폭이 매우 컸다.(1999년 5월 20일 접수, 1999년 9월 30일 수리)

**Key words** : Grapevine, disease, insects, chemical control.

### 서 론

국민의 소득수준 향상과 식생활 습관의 변화에 따라서 포도의 소비량은 점점 늘어나고 있는 추세이다(한국식품개발연구원, 1994). 실제로 포도에 대한 통계자료를 보면, 재배면적은 1965년에 3,000 ha에 불과하던 것이 1994년에는 20,000 ha로 30년만에 7배 가까이 늘어났으며, 같은 기간 동안 전체 생산량도 19,000톤에서 212,000톤으로 11배 이상 증가하였다. 단위면적당 생산량도 같은 기간 동안 ha당 6.3톤에서 10.6톤으로 늘어나는 등 실로 빠르게 성장해 왔다(농림수산부, 1995). 단위면적당 생산량의 증가에는 품종 개량, 영농방법의 개선 등 여러 가지 요인이 있었겠지만, 그 가운데 무시할 수 없는 것의 하나가 바로 병해충 방제 자재와 기술의 향상이다. 지난날과 비교할 때 오늘날에는 농약의 효과가 향상된 것은 물론 종류와 제형도 훨씬 다양해졌으며, 방제기구도 많이 개발되어 있다(김 등, 1995).

하지만, 병해충은 여전히 안정된 포도생산을 위협하고 있는 존재로서 방제의 필요성에 대해서는 모두가 공감하고 있다. 현재 포도를 가해하는 해충과 병의 종류는 매우 많으며, 그 중 상당수는 제대로 방제하지 않으면 큰 손해를 입을 수도 있기 때문에 포도 재배 농가들은 병해충의 방제에 많은 시간과 노력을 소비하고 있다. 특히, 재배면적과 집단 재배지의 증가, 그리고 새로운 품종의 도입 및 식재 등에 따라서 병해충의 발생양상이 다양하게 변화하였을 것임에도 불구하고, 아직까지도 우리 나라에서 포도 병해충 발생생태는 물론, 병해충 방제실태에 대한 조사도 이루어진 바가 없다.

따라서, 효과적인 포도 병해충 방제기술 확립을 위한 기초연구로서 포도 재배 농가들을 대상으로 포도 병해충 방제실태 및 피해에 대하여 설문조사를 실시하였다.

### 실험방법

포도에 발생하는 병과 해충을 방제하기 위한 농약 사용 실태를 조사하기 위하여 옥천과 영동 지역을 중심으로 전국의 포도재배 독농가 125 가구를 선정하여 직접 방문 또는 지역별 포도 작목반 등에 의뢰하여 설문조사를 실시하였다. 응답 자료의 정확성을 기대하기 위하여, 설문 대상 농가의 선정에서는 영농일지 기록 여부를 참조하였다.

주요 조사항목은 발생이 심하여 피해가 큰 병과 해충의 종류, 전체 병해와 충해에 의한 감수율, 방제 약제 처리 시기 및 살포 횟수, 약제 선택의 기준, 방제력 활용 여부, 연간 농약비 등이었으며, 아울러 재배의 형태도 조사하여 위 항목 중 일부는 노지비가림재배(rainfall intercept culture)와 비닐하우스시설재배(plastic film house culture, 이하 시설재배)로 구분하여 비교하였다. 총 응답자 125농가 중 각 문항별로 미응답자 또는 불분명한 응답자들을 제외하고, 문항에 따라 87~120 농가의 응답자료를 통계분석용 프로그램 SAS(statistical analysis system)를 이용하여 빈도분석(frequency analysis)을 하였다.

### 결과 및 고찰

#### 병해충 피해 인식도

**난방제 병해충 및 발생시기** : 방제가 가장 어려운 병해로는 응답자의 29.5%가 탄저병이라고 응답하였으며, 그 다음

\*연락처

이 노균병(22.5%), 흰가루병(14.1%), 새눈무늬병(11.0%), 갈색무늬병(10.1), 잿빛곰팡이병(4.9%), 꼭지마름병(4.0%), 뿌리혹병(2.2%), 그리고 기타(0.8%)의 순서였다. 충해로는 포도호랑하늘소가 56.6%로 1위를 차지하였으며, 포도유리나방(20.4%), 총채벌레(9.3%), 포도쌍점매미충(5.6%), 응애(4.6%), 풍뎡이(2.8%), 기타(0.8%)의 순서로, 충해는 병해에 비하여 비교적 단순한 피해 양상을 보인 반면, 큰 피해를 주는 병은 여러 가지가 있는 것으로 나타났다(그림 1).

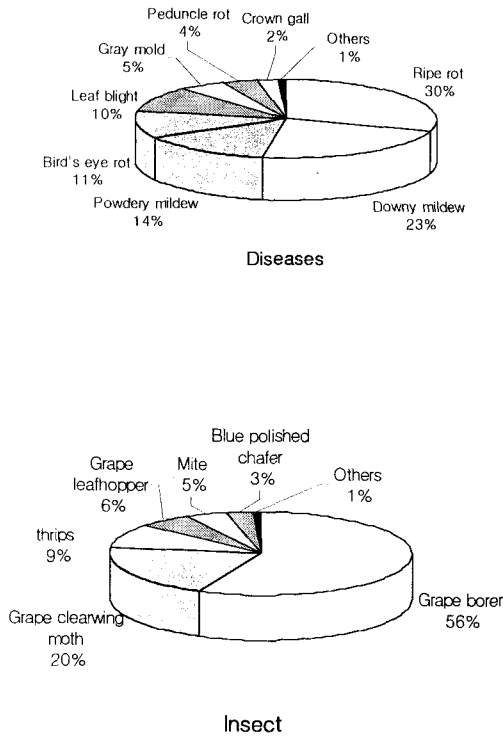


Fig. 1. The most serious diseases and insects for grapevine growers.

또한, 10% 이상의 응답률을 보인 병해는 갈색무늬병을 제외하고는 모두 열매에도 큰 피해를 주는 것들이었으나, 충해는 대부분이 열매보다는 줄기나 잎에 피해를 주는 것들이라는 점이 특기할 만 하다. 실제로 포도의 경우 열매에 직접적인 피해를 주는 해충은 드문 반면에 병은 잎이나 줄기는 물론 열매에도 발생하는 것들이 대부분이며, 또 잎이나 줄기에 비하여 열매에 발생하는 병은 소득에도 직접적인 영향을 미치므로 주의의 대상이 되고 있기 때문일 것이다(김 등, 1995). 이번 설문조사에서의 응답률과는 달리, 본 연구진에 의한 병발생조사 결과(이 등, 1998)에 따르면 실제로 갈색무늬병과 잿빛곰팡이병도 큰 피해를 일으키고 있다. 하지만, 갈색무늬병은 포도의 생육기 중반부터 나타나기 시작하여 생육 후기에는 발생률이 90% 이상에 이르도록 발생이 심한 병이지만 열매는 가해하지 않고 잎에만 발생하며, 잿빛곰팡이병은 대부분 개화기에 발생하여 피해

를 줄 뿐, 일단 수정하여 열매가 달린 뒤에는 뚜렷한 피해를 보이지는 않는다(Pearson과 Goheen, 1988). 따라서, 이들 병은 수확량과는 관계가 적다고 생각하여 농민들의 응답률이 낮았던 것으로 생각한다.

‘각 병해충의 발생시기를 잘 알고 있는가?’라는 물음에 대한 응답은 재배 방법에 따라 많은 차이를 보였다. 병해는 노지비가림재배에서는 탄저병 29.5%, 노균병 25.0%, 새눈무늬병 17.9%, 흰가루병 17.0%의 순서로 농민들이 잘 알고 있었으나, 시설재배에서는 잿빛곰팡이병 33.3%, 흰가루병 20%, 노균병과 갈색무늬병이 각각 13.0%의 순서였다. 특히, 노지비가림재배에서는 잿빛곰팡이병의 발생시기에 대한 인식이, 시설재배에서는 뿌리혹병의 발생시기에 대한 인식이 전혀 없었다. 해충은 노지비가림재배에서는 포도호랑하늘소가 56.6%, 포도유리나방이 18.9% 이었으나, 시설재배에서는 각각 37.5%와 50.0%로 순서가 바뀌었다. 그밖에 총채벌레가 노지비가림이나 시설재배에서 12% 내외였으며, 포도쌍점매미충과 풍뎡이 발생시기에 대한 인식은 시설재배에서는 전혀 없었다. 이는 재배 방법에 따라서 환경이 바뀌고, 그에 따라 병이나 해충의 발생양상도 달라진다는 것을 뜻하는 것으로서, 재배 방법에 따라서 방제시기와 방법도 달라져야 한다는 것을 알려주는 결과라고 할 수 있다.

**병충해에 의한 감수율 :** 지금까지 포도 재배에서 병충해로 인한 평균 감수율은 병해나 충해를 막론하고 시설재배에서는 20% 이하였으나, 노지비가림재배에서는 50% 이상까지 응답이 나왔다(표 1). 병해의 경우 노지비가림재배에서는 응답자의 50% 이상, 시설재배에서는 30% 이상이 감수율 10% 이상이라고 응답한 반면, 충해의 경우에는 노지비가림재배에서 약 10% 정도만이 감수율 10% 이상이라고 답하였고, 시설재배에서는 해충에 의한 피해가 10% 이상이라고 응답한 농민이 하나도 없었다. 즉, 병해 충해 모두 시설재배보다 노지비가림재배에서 더 심하게 발생하고 있으며, 포도 재배, 적어도 포도송이 생산에 있어서는 일반적으로 충해보다는 병해에 의한 피해가 훨씬 더 심각한 것으로 나타났다. 특히, 응답자의 23%가 수확량의 30% 이상을 병에 의해 잃고 있다고 응답하고 있으므로, 이에 대한 대책마련이 시급한 것으로 생각한다.

**포도 농가의 병충해 식별수준 :** 스스로 식별할 수 있는 병과 해충의 종류 수를 묻는 항목에서는 응답자의 80% 이상이 3종 이상의 병해를 식별할 수 있다고 응답한 반면, 3종 이상의 충해를 식별할 수 있다는 응답은 53%에 머물렀다(그림 2). 특히 7종 이상 식별에서 병해는 15% 이상이었지만, 충해는 없었다. 이는 포도 재배농민들에게 있어서 병보다는 해충을 식별하기가 더 어렵기 때문이라기보다는 포도에 피해를 주는 해충의 종류 수 자체가 병원체의 종류 수보다는 훨씬 적기 때문일 것이다(김 등, 1995). 또, 병해가 충해보다는 더 심한 감수율을 초래하기 때문에 농민들이 많은 관심을 가지고 있으며, 병반은 비교적 뚜렷한 반면,

Table 1. Frequency of yield loss by diseases and insects in grape production<sup>a)</sup>

Yield loss (%)	Disease		Insect	
	RIC <sup>b)</sup>	PFHC <sup>c)</sup>	RIC <sup>b)</sup>	PFHC <sup>c)</sup>
10 >	42.3	66.7	89.5	100
11 - 20	16.9	33.3	10.5	0
21 - 30	16.9	0	0	0
31 - 40	8.5	0	0	0
41 - 50	8.5	0	0	0
50 <	7.0	0	0	0

<sup>a)</sup>Percentages of respondents, <sup>b)</sup>Rainfall intercept culture, <sup>c)</sup>Plastic film house culture.

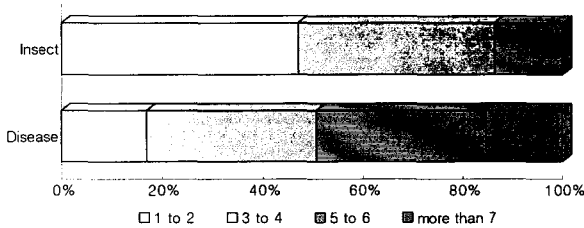


Fig. 2. Percent distribution of the number of diseases and insects which can be identified by the grapevine grower.

응애나 총채벌레에 의한 피해는 구분이 어려운 경우도 많기 때문인 것으로 보인다.

**병해충 발생시 문의처 :** 병이나 해충이 발생하였을 때 응답자가 가장 많이 문의하는 곳은 농약상으로 30.7% 이었다(그림 3). 또, 재배 농가의 29.0%는 자신 또는 이웃 농가 등 농민에 문의한다고 응답한 반면에 농촌지도소에 문의하는 비율은 24.4%, 대학, 연구소 등 연구기관에 문의하는 비율은 모두 합하여 4.4%에 머물렀다. 그밖에 원예협동조합이 3.4%, 기타가 8.3%로 밝혀졌다. 자신이나 이웃 농가 등 농민에게 문의하는 비율이 높은 것은 포도 재배가 그만큼

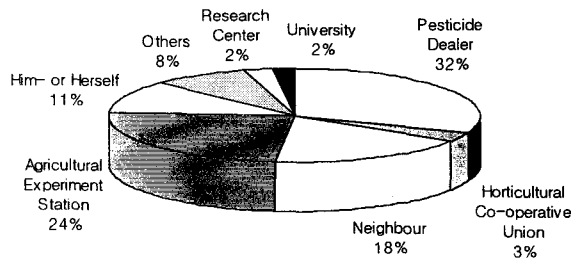


Fig. 3. References for the identification of diseases and insects in grapevine culture.

전문화되어 있다는 것을 의미하는 것이며, 이는 설문조사 대상이 주로 독농가들이었다는 것과는 관련이 있을 것이다. 농약상에 문의하는 농민이 가장 많다는 것은 본 연구진의 경험에 비추어 볼 때 농민들이 가장 손쉽게 접할 수 있는 곳이며, 진단과 동시에 방제약제까지 함께 구입할 수 있다는 장점을 가지고 있기 때문일 것이다. 이러한 현상은 포도 재배에서만 나타나는 현상이 아니며, 최근 들어 나타나기 시작한 현상도 아닌 것으로 생각한다.

한편, 대학 등 연구기관에 문의하는 비율이 5% 미만이라는 것은 예상치 못했던 결과이며, 지도기관이 24.4%라는 것도 비교적 높다고 볼 수도 있겠지만, 그 본연의 업무를 생각한다면 그리 높지 않은 수치라고 할 수 있다. 따라서, 재배 농민들이 지도소나 연구기관을 활발하게 활용하지 않는 원인에 대해서는 다시 검토할 필요가 있다. 또한, 앞으로는 재배 농민들이 국립 연구기관이나 지도기관의 도움을 받을 수 있도록 농민들을 계도하는 한편, 정기적인 재교육 등을 통하여 농약상들이 최신의 지식과 정보를 얻을 수 있는 제도를 마련하는 것이 바람직하다.

**화학적 방제 실태**

**방제 약제 정보 입수경로 및 구입처 :** 방제 약제를 선택할 때 응답자들의 38.3%는 농약상의 추천에 따랐으며, 그 다음으로 자신의 경험에 의존(22.8%)하였다. 반면에 영농교관에 의존하는 비율은 16.8%에 머물러, 이웃 농민에 의존(14.1%)하는 비율과 큰 차이가 나지 않았다. 농협과 원협은 각각 6.7%와 1.3%로 미미한 수준이었다(그림 4).

병해충이 발생하였을 때 상당수의 재배 농가가 농약상에 문의한다는 조사결과(그림 3)를 감안할 때, 농약상이 농민들의 방제 약제 선택에 있어서도 가장 큰 비중을 차지하고 있다는 결과는 당연하다고 할 수 있으며, 이러한 현실을 고려한다면 지금부터라도 농약상의 자격제限과 재교육 등에 지금보다 더 많은 관심을 가져야 할 것이다. 또한, 오로지 자기 경험에만 의존하고 있다고 응답한 재배 농민들(약 23%)은 새로운 영농방법과 정보 입수에 늦어서 피해를 볼 가능성이 많은 집단이므로, 지도기관에서는 이들에 대해서도 관심을 가져야 한다고 생각한다.

한편, 농약 구입처로는 71.3%가 농약상이라고 응답하였

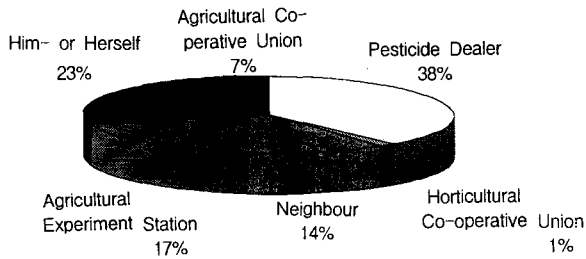


Fig. 4. The route where grapevine growers get informations on pesticides.

으며, 그 다음이 농협으로 24.1% 이었고 원협과 기타가 각각 2.3% 이었다.

**방제력의 사용 :** 포도 병해충에 대한 방제력의 사용 여부를 조사한 결과, 방제력을 준수하고 있다고 응답한 비율은 30%에 머물렀고, 22.9%는 단순히 참고로 한다고 응답하였다. 따라서, 나머지 약 50%는 방제력의 존재를 인식하지 못하고 있거나, 무시한다고 할 수 있다. 병해충 방제에 있어서 방제력을 활용하는 것은 효율적인 방제의 첫걸음임에도 불구하고 재배 농가들이 방제력을 활용하는 비율이 이토록 낮은 것은 방제력의 존재에 대해서 알지 못하거나 또는 방제력을 신뢰하지 못하기 때문이라고 할 수 있는데, 방제력에 대한 인식 부족은 결국 환경에 대한 압박, 농약의 남용과 그에 따른 영농비 증가로 이어질 수 밖에 없다. 따라서, 방제력의 활용가치를 농민들에게 홍보하고 교육하는 한편, 주기적으로 방제력의 내용을 현실에 맞도록 고쳐가는 작업을 통하여 방제력에 대한 인식을 개선해 나가는 데도 힘써야 할 것이다.

**방제 약제 처리시기 및 회수 :** 포도 농가들은 대부분 (80.5%)이 예방차원에서 병해충이 발생하기 전에 미리 약제방제를 시작한다고 응답하였다. 또한, 18.4%는 병해충이 발생하는 것이 확인되자마자 약제 처리를 시작한다고 하였으며, 병해충이 완전히 발생한 뒤에 진전 상황을 보아가며 처리시기를 결정한다고 응답한 비율은 1.2% 뿐이었다(그림 5). 전체적으로 약 99%가 병해충 발생 전 또는 초기 등에 약제방제를 시작하여 병해충의 방제에는 적당한 시기를 택하고 있는 것으로 보이지만, 농약 사용량과 환경에 대한 독성 등을 고려할 때 바람직한 현상은 아니라고 생각한다. 병해충 발생직전 또는 직후부터 약제방제를 시작한다면 적은 량의 농약과 적은 횟수의 처리를 통해서도 효과적으로 방제할 수 있으므로(Fry, 1982), 철저한 병해충 발생예찰과 아울러 이러한 방향으로 재배 농가들을 계도해야 할 것으로 생각한다.

방제 횟수는 병과 해충 사이에 약간 차이가 있었다. 살균제의 경우에는 60% 이상이 6회 이상 처리하고 있으나, 살충제는 70% 이상이 5회 이하만을 처리하고 있었다(표 2). 특히, 10회 이상 처리한다고 응답한 비율은 살충제는

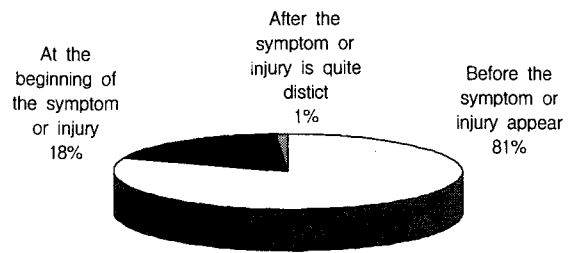


Fig. 5. Time for the first application of the pesticides.

5.0% 이었던 반면, 살균제는 40% 이상이었다. 방제 약제 처리횟수의 증가는 곧바로 환경에 대한 부담과 영농비의 증가로 이어지기 때문에 가급적이면 처리횟수를 줄이는 것이 무엇보다도 바람직하다. 실제로 살균제를 10회 이상 처리한다는 것은 병 방제에 있어서도 큰 의미가 없으며, 경우에 따라서는 살균제 저항성균주의 출현을 조장하는 등 오히려 역효과를 일으킬 수도 있다(임 등, 1998). 병의 발생생태를 조사하여 현실적인 방제력을 만들고, 병 발생을 예방한다면 살균제를 지금보다 훨씬 적은 횟수만 처리해도 충분한 효과를 얻을 수 있을 것이다.

Table 2. Frequency of pesticide application per year

Application (times)	Fungicide (%)	Insecticide (%)
5 >	39.2	72.8
6 - 10	20.3	22.2
11 - 15	27.0	2.5
16 - 20	12.2	2.5
21 <	1.4	0

한편, 일부 농민들이 잘못된 처방 또는 무지에 의하여 포도 병해충 방제용으로 등록되지 않은 농약들을 사용하고 있는 현실, 그리고 일부 농약에 대해서는 효과가 떨어지고 있다는 의견이 있다는 것을 고려할 때, 기존의 약제들에 대한 저항성 균주 내지는 해충의 발생, 새로운 방제 약제의 탐색 등에 대하여 더 많은 노력을 기울여야 할 것으로 생각한다.

**영양제 혼용률 및 처리회수 :** 살균제나 살충제를 처리할 때 영양제까지 섞어서 처리하는 농민들은 의외로 많아서, 응답자의 60% 이상을 차지하였다. 이것은 농가의 노동력 부족이 원인일 것으로 생각하는데, 대부분(52.8%)은 영양제와 살충제 또는 영양제와 살충제, 살균제 모두를 혼합하여 사용하고 있었으며, 영양제와 살균제 또는 살균제와 살충제를 혼합하여 처리한다는 비율은 각각 7.5%와 4.8% 이었다(그림 6). 처리 횟수는 혼용조합 간에 별다른 경향을 찾아볼 수 없었다.

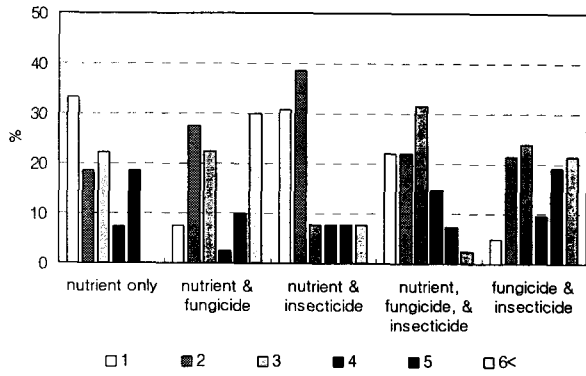


Fig. 6. Rates of chemicals application methods and a number of application.

영양제를 살충제나 살균제와 섞어서 처리하였을 때의 각각의 효과에 대해서는 아직까지 정확한 자료가 발표되어 있지 않지만, 본 연구의 결과 실제로 많은 농가들이 이렇게 혼용하고 있다는 사실이 밝혀진 만큼, 앞으로 혼용의 타당성에 대해서도 자세한 검토가 있어야 할 것이다. 또한, 살균제와 살충제를 섞어서 처리하는 농가 중 21.4%는 6회 이상을 처리하는 것으로 나타나, 농약의 과다사용이 문제될 가능성도 있다.

**방제 농약비 :** 연간 살균제와 살충제 구입비가 10a당 3만원 이하라는 응답은 3.2%로서 매우 낮았던 반면 6~10만원 이하와 16만원 이상이 각각 27.4%로서 가장 높았으나, 3~6만원이 19.4%, 10~15만원이 22.6%로, 전 구간에 걸쳐 큰 차이 없이 비교적 고르게 분포하여(그림 7) 방제비의 변이 폭이 상당히 크게 나타났다.

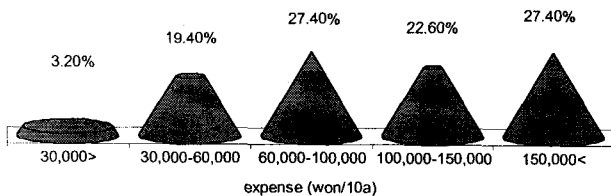


Fig. 7. Average expenses for pesticides per each growing season.

이것은 같은 조건에서도 개인에 따라서 사용하는 농약의 양이 크게 다를 수 있다는 것을 알려주는 것으로, 단위면적 또는 나무 당 처리하는 농약의 양과 처리횟수의 차이에 기인하는 것이다. 따라서, 정확한 방제력을 확립하고 올바른 농약 사용법을 지도한다면, 최소량의 농약으로 최대의 효과를 얻어 지나치게 과다한 농약 사용을 줄일 수 있고, 결국 노동력과 영농비 절약을 통해 소득 향상에도 기여할 수 있을 것이다.

### 감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 농업특정연구개발사업비로 수행되었습니다. 연구비를 지원하여 주신 농촌진흥청에 감사의 뜻을 전합니다.

### 인용문헌

- Fry, W. E. (1982) Principles of Plant Disease Management, p.378, Academic Press, Orlando.
- Pearson, R. C. and A. C. Goheen (1988) Compendium of Grape Diseases, p.93, American Phytopathological Society, St. Paul.
- 김선규, 성진근, 김성순, 최동용, 손창화 (1995) 포도 심기 부터 판매까지. p.353. 농민신문사.
- 농림수산부 (1995) 농림수산통계연보. p.498.
- 농약공업협회 (1998) 농약사용지침서. p.823.
- 이형래, 김정화, 박종천 (1998) 포도 병해충 종합방제 기술 개발에 관한 연구, 농업특정연구개발사업 보고서, 농촌진흥청, p.87.
- 임태현, 장태현, 차병진 (1998) 월동 복숭아 미이라 과일과 과병으로부터 분리한 *Monilinia fructicola*의 benzimidazol과 dicarboximide계 살균제에 대한 저항성 밀도 한국식물병리학회지 14:367~370.
- 한국식품개발연구원 (1994) UR 이후 과실 및 채소의 적정 가공품목 선정에 관한 연구. p.203.

---

**The present knowledge of farmers on pests and chemical control in grapevine culture**

Byeongjin Cha\*, Yun Sang Lee<sup>1</sup>, and Hyung-Rae Lee (*Dept. of Agricultural Biology, Chungbuk National University, Cheongju 361-763, Korea, and <sup>1</sup>Okcheon Grapes Experiment Station, Chungbuk Provincial ARES, Okcheon 370-860, Korea*)

**Abstract :** As the first step of a research on the establishment of control strategy for grapevine diseases and insects, the current status of pest control and yield losses by them were surveyed from grapevine growers of Korea. For insects, the most difficult to control was a grapevine stem borer and a grapevine clearwing moth was the next. On the other hand, several diseases including anthracnose, downy mildew, powdery mildew, bird's eye rot, leaf blight, were answered by the growers. The occurrence of the pests varied to the cultural practices. Yield loss was more serious in rainfall intercept culture than in plastic film house culture and diseases caused more loss in yield than insects did. However, the grapevine grower's potential for the identification of the kinds of pests was not high enough. When the pest was observed, the growers consulted mainly with local pesticide dealers or neighbouring growers and usually applied the pesticides prescribed by the dealer. More than half of the growers did not use pest control calendar, and most of the growers applied pesticides before any symptom appeared. Also, more than half of the growers applied mixture of at least more than 1 kind of pesticide and nutrients. Insecticides were applied less than 5 times during the season, but it was more than 6 times for fungicides. In the pesticide selection, the growers checked control effect first, regardless of the registration, and the pest control cost per unit area varied very much depending on the growers.

---

\*Corresponding author (Fax : +82-431-271-4414, E-mail : bjcha@cbucc.chungbuk.ac.kr)