

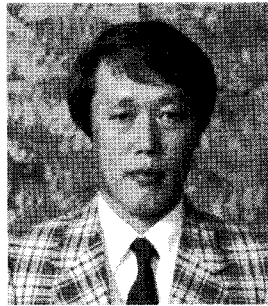
검무늬썩음병 점무늬낙엽병 갈색무늬병

미국 수출을 위한 사과병해 방제체계

적정약제 선발, 잔류기준 충족 방제력 개발

우리나라의 국민 1인당 사과 소비량은 1989년도를 기준으로 할 때 15.7kg으로 미국의 14.5kg을 능가하고 있으며 일본의 7.5kg의 갑절 이상이 되므로 국내 소비량은 거의 한계에 이른 것으로 생각된다. 이러한 상황에서 우리나라 사과산업을 지속시키기 위해서는 해외시장의 확장이 필수적인 과제로 등장하게 되었다. 우선 시장규모가 방대하고 판매조직까지 갖추어져 있는 미국시장을 개척하기 위한 노력이 1991년부터 경상북도 당국을 중심으로 시작되었다.

본고에서는 미국의 식물검역제도에 대한 간단한 소개와 함께 그동안의 추진경위 및 필자들이 수행한 연구 결과를 소개하고자 한다.



엄재열

경북대학교 농생물학과 교수

미국은 1912년에 제정되어 1947년까지 6차례 걸쳐 개정된 식물검역법에 근거하여 외국으로부터 과일·채소 등 농산물 수입을 원칙적으로 금지해놓고, 식물방역상 문제가 없는 품목만을 선별적으로 허용하고 있다.

개별 농산물에 대한 수입금지 해제요청은 미국으로 수출하고자 하는 국가의 정부나 미국내의 수입상이 하도록 되어 있다. 수입금지 해제요청이 접수되면 미농무성 동식물검역소(APHIS)에서는 그 농산물에 부착되어 유입될 가능성이 있는 병해충 중에 자국농업에 피해를 초래할 가능성이 있는 병해충의 분포 여부를 조사하고 만약 그러한 병해충이 존재할 경우 이를 완전 방제하거나 처리할 수

있는 기술이 개발되어 있는지의 여부를 현지조사 등을 통하여 확인하게 한다. 이 과정이 PRA (Pest Risk Assessment)인데 그 결과에 따라 수입요청은 다음의 세가지중 하나로 처리될 수 있다.

미국의 수입조건 세가지

첫째, 기술 검토결과 식물방역상 안전하다고 판단될 경우에는 조건없이 수입이 허가된다.

둘째, 수입농산물에 자국의 경계대상 병해충이 부착되어 유입될 가능성이 있다고 판단되나 완전한 방제 및 처리기술이 개발되어 있으면 수출국에 있어서의 엄격한 검사를 전제로 수입이 허가된다. 셋째, 수출국에서 경계대상 병해충에 대한 완벽한 방제법 또는 처리기술이 개발되어 있지 않다고 판단되면 수입허가서는 발부되지 않고 새로운 기술개발을 요청받게 된다. 한국 사과는 세번째의 경우에 속하게 된다.

우리나라 사과의 수입금지 해제요청은 1990년에 제출되었으며 1991년에 문헌검정이 시작되어 1992년 봄 그 결과가 통보되었

다. 검역대상 병해충으로는 사과 겹무늬썩음병, 복숭아심식나방, 복숭아명나방 및 뱃나무응애를 지정했다. 이에 대해 경북대학교 연구진은 사과겹무늬썩음병은 미국 내에서도 발생하며 미국 동남부 지역에는 상당한 피해를 주고 있다는 사실을 지적하고 겹무늬썩음병을 검역대상 병해로 지정한 것에 대한 부당성을 거듭 주장했다. 그 결과 1993년 2월, 미국 워싱턴에서 열린 「한·미식물검역전문가회의」에서 겹무늬썩음병을 검역대상 병해에서 제외시키는데 성공했다.

따라서 우리나라 사과의 미국 수출에 있어서 문제가 되는 것은 3종의 해충 뿐이며 병해에 의한 결립들은 제거된 셈이다. 이로써 우리나라의 사과재배에서 가장 문제가 되는 겹무늬썩음병이 검역대상에서 제외되었고 이 병은 봉지 씌우기를 하게 되면 거의 문제가 되지 않는다.

그러나 착과된 사과 전체에 봉지를 씌우는 것은 경제적으로 타당성이 없으며 일반적으로 땅위에서 작업할 수 있는 범위의 사과에만 봉지를 씌우게 되므로 그보다 높은 위치에 착과된 과실은 봉지를 씌울 수 없게 된다. 따라서 이들 무대(無袋)사과에서의 겹무늬썩음병과 주로 잎에 발생하는 점무늬낙엽병 및 갈색무늬병 등의 방제는 여전히 문제로 남게 되었으며, 미국의 농약사용상의 엄격

한 규제를 벗어나면서 이들 병해를 방제하는 기술개발이 수출과 관련된 연구과제가 되었다.

한국과 미국은 병해발생 양상에서 차이가 있으므로 농약의 등록 상황이 매우 다르다. 한국에서 사과에 등록되어 있는 살균제중에 미국에서 잔류허용기준이 설정되어 있는 품목을 보면 표1과 같다. 또 미국은 EPA(환경보호청)가 잔류허용기준을 설정해 놓지 않은 농약에 대해서는 이른바 zero tolerance를 적용하므로 아무 농약이나 사용할 수 없게 되어있다.

한·미 양국에 모두 등록되어 있는 살균제는 표1에서 보는 바와 같이 12종에 불과하다. 그중 지오판 도포제는 부관병약제로서 수출용 사과의 생산과 관련된 사과 잎 및 과실의 병해에 대해서는 이용 가치가 없다. 나머지 약제중 5종은 EBI 또는 그와 관련된 약제로 흰가루병, 붉은별무늬병 및 검은별무늬병 방제약제로서 우리나라에서는 봄에 1-2회 정도 살포된다. 가장 문제가 되고 있는 겹무늬썩음병, 점무늬낙엽병에 대처할 약제는 극히 제한되게 되었다.

특히 겹무늬썩음병의 방제를 위해서는 6월 중순부터 8월하순까지 최소한 8회의 살포가 요구되는데 이 병에 사용가능한 약제는 만코지수화제, 캄탄수화제, 페노밀수화제 및 마이탄수화제로 한정되어 있어 이들 약제로 겹무늬썩음병, 점무늬낙엽병 및 최근 발생이 증

가하고 있는 갈색무늬병에 대처하기는 매우 어려운 실정이다.

잎의 병해방제가 해결과제

이 연구에서는 우선 과연 이들 4약제 만으로 겹무늬썩음병을 위시한 주요 병해의 방제가 가능한지의 여부를 타진해 보았다. 그 결과 유대(有袋)사과에 있어서는 겹무늬썩음병 및 점무늬낙엽병의 과실 감염을 거의 완전히 방제할 수 있으나 잎에 발생하는 각종병해의 방제에는 문제가 있는 것으로 나타났다. 특히 무대(無袋)사과에서의 겹무늬썩음병 및 점무늬낙엽병의 과실 감염 문제는 해결하기 어려운 것으로 판단되었다.

한편 이와 병행하여 약제 부족 문제를 해결하기 위한 방안으로 보르도액의 사용 가능성을 검토했다. 보르도액은 1970년대 이전까지 우리나라의 사과재배에서 필수 불가결의 약제였으며 미국의 농약 사용규정에서 잔류분석이 면제(tolerance exempt)되어 있어 농약잔류 문제를 피할 수 있는 잇점이 있고 무엇보다 겹무늬썩음병 및 갈색무늬병에 탁월한 효과가 있다는 점이다. 보르도액을 겹무늬썩음병 중점방제시기에 2~3회 살포하면 상기의 4약제만으로도 경제적인 방제 프로그램이 마련될 수 있다는 결과를 얻었다. 그러나 보르도액은 조제가 번거롭고 과실의 색택이 검어지는 등의 결점이

있어 농가에서의 수용여부가 의문 시된다.

그런데 유대재배를 할 경우, 과실 봉지가 2중으로 되어 있고 그 내피는 파라핀으로 방수 처리가 되어 있으므로 봉지씌우기가 끝난 후에 살포하면 약제가 과실에 직접 닿지 않기 때문에 미국의 미등 록 약제라도 사용할 수 있을 것으로 생각되어 새로운 약제의 선발 시험에 착수했다.

미국에 잔류허용기준이 설정되어 있지 않은 약제로서 미국 수출용 사과재배에 이용될 수 있는 조건으로 우선 겹무늬썩음병에 대해 탁효가 있어야 한다. 또한 살포시

기가 주로 장마철이므로 내우성이 강해야 하고 겹무늬썩음병 이외에 점무늬낙엽병 및 갈색무늬병에도 방제효과가 있어야 하며 봉지를 씌운후 2-3회 살포해도 수확시에는 과실 잔류가 전혀 없어야 한다.

이와 같은 조건을 충족시킬 수 있는 약제의 선발과 잔류허용기준이 마련되어 있는 만코지수화제, 탄수화제, 베노밀수화제, 치람수화제의 적정 사용시기 및 살포후 강우 등의 기상조건의 변화에 대한 대책을 마련하기 위한 시험을 수행했다. 현재 겹무늬썩음병에 단제로 등록되어 있는 8종의 유기

합성 살균제와 대조 약제로 보르도액(4-6식)을 6월 하순부터 9월 초순까지 10일 간격으로 살포하고 매회 약제 살포일로부터 3일 간격으로 사과를 채취하여 겹무늬썩음병균 병포자 현탁액을 과실의 표면에 점적, 24시간 습실에 보존한 후 과실 표면의 포자를 셀로판 테이프에 부착시켜 현미경하에서 포자의 발아억제 효과 및 그 지속기간을 조사하였다. 또 그 결과와 동일 약제를 연속 8회 살포한 후의 겹무늬썩음병 방제효과를 비교하여 봉지씌우기 이후에 사용가능한 약제로 겹무늬썩음병을 위시한 주요 사과 병해에 대해 작용 스펙

표1. 한국에서 사과에 등록되어 있는 살균제중 미국에 잔류허용기준이 설정되어 있는 살균제 현황 (1993)

농약일반명	한국품목명 (상표명)*	적용병해*	잔류허용량(ppm)	
			한국	미국
mancozeb	만코지수화제(다이센엠-45)	탄저병, 겹무늬썩음병, 갈색무늬병, 점무늬낙엽병	-	7.0
captan	캡탄수화제(오소싸이드)	겹무늬썩음병, 탄저병, 점무늬낙엽병	5.0	25.0
thiophanate-methyl	지오판수화제(토티엠, 토티에이트-엠)	탄저병, 갈색무늬병	2.0	7.0
triforine	사프롤유제	흰가루병, 붉은별무늬병	2.0	0.01
fenarimol	훼나리유제 훼나리수화제	흰가루병, 붉은별무늬병 흰가루병, 붉은별무늬병, 검은별무늬병	-	0.1
dinocap	디노수화제(카라센)	흰가루병	-	0.1
triadimefon	티디폰수화제(바리톤)	흰가루병	0.5	1.0
myclobutanil	마이탄수화제(시스텐)	흰가루병, 붉은별무늬병 검은별무늬병, 겹무늬썩음병	-	0.5
thiram	치람수화제(셀마네)	점무늬낙엽병, 검은별무늬병	-	7.0
benomyl	베노밀수화제(벤레이트, 두루다)	탄저병, 겹무늬썩음병	2.0	7.0
dodine	카펜수화제(새론)	점무늬낙엽병, 검은별무늬병	-	5.0
folpet	홀펫수화제	탄저병, 겹무늬썩음병	5.0	25.0

* '94 농약사용지침서 (농약공업협회)

미국 수출을 위한 사과병해 방제체계

트럼이 넓은 이미녹타딘·트리아세테이트를 선정했다. 또, 만코지와 캄탄의 적정 살포시기를 결정했으며 캄탄은 살포후 한꺼번에 100mm이상의 집중강우가 있으면 다음약제의 살포간격을 좁혀야 하므로 장마기에는 살포를 피하는 것이 합리적이라는 사실과 6월중 강우가 적을 경우 치람도 겹무늬썩음병에 어느정도 효과가 있다는 사실을 밝혀냈다.

그런데 겹무늬썩음병의 방제에는 보호살균제 만으로는 과실의 비대생장에 의해 일정한 한계가 있을 수 밖에 없다. 즉, 보호살균제를 살포한 후 시일이 경과하면 과실의 비대생장에 의해 약제가 도포되지 않는 부분이 넓게 형성되며 강우시마다 엄청난 숫자의 포자가 비산하므로 이 부분에 포자가 비래할 가능성이 매우 높다. 이러한 부위에 생성된 포자에 대해서는 무방비 상태가 되므로 쉽게 감염이 일어날 수 있다. 따라서 일단 감염이 이루어진 후에는 과실 주피속의 균사를 제압할 수 있는 침투성 치료제의 선정이 필요하게 되어 몇가지 약제에 대해 검토한 결과 비타놀이 선정되었다. 그런데 이 약제 역시 미국에는 잔류허용기준이 설정되어 있지 않으므로 우선 zero tolerance를 충족해야 하나 FAO와 WHO에 잔류허용기준이 마련되어 있으므로 다소 위험 부담이 적은 것으로 판단된다.

이와같은 근거에 따라 실험포장에 수개의 시험구를 설치하고 겹무늬썩음병의 포자비산 상황을 모니터링하면서 이 병의 집중감염기인 6월중순에서 7월하순까지 각각 다른 살포 프로그램을 적용한 결과, 보르도액을 13일 간격으로 3회살포한 구와 그 기간에 이미녹타딘·트리아세테이트를 포함한 유기합성 살균제를 6-9일 간격으로 살포한 시험구에서 통계적으로 유의차가 없는 높은 방제효과가 확인되었다. 또, 수확한 사과에서 미국 미등록 약제인 이미녹타딘·트리아세테이트의 잔류량을 분석한 결과 거의 zero tolerance를 충족할 수 있다는 사실도 밝혀졌다. 따라서 살포 프로그램에서 약제의 배열을 보다 합리화하면 약제의 살포횟수를 더 늘리지 않고도 소기의 목적을 달성할 수 있을 것으로 생각되었다.

이상과 같은 근거하에서 이 연구의 3차년도인 1993년에는 시험포장에 2개의 시험구를 설치하고 한쪽은 한·미 양국의 공통 등록 약제만을 10일 간격으로 9월 중순까지 15회 살포했다. 또 다른 한쪽에는 전년도의 실험 결과에 의거하여 선발된 이미녹타딘·트리아세테이트를 8월 말까지 3회에 걸쳐 타 약제와 대치했고 9월중순에 비타놀을 살포했다.

1993년에는 여름동안의 이상저온과 긴 장마에 의해 겹무늬썩음병은 물론 갈색무늬병이 대발생

했다. 그러한 상황에서도 한쪽 시험구에서는 겹무늬썩음병의 발생을 3.5% 정도로 억제할 수 있었으며 점무늬낙엽병 및 갈색무늬병까지 거의 완전하게 방제할 수 있었다. 1993년도의 시험결과에 의거하여 미국 수출용 사과재배 농가에 보급할 살균제 살포력(표2)을 작성하였다.

이 살포력의 특징은 겹무늬썩음병의 방제에 주안점을 두고 있다. 겹무늬썩음병의 감염은 6월중순부터 시작되는 것으로 알려져 있으나 지난 3년간 영천 지방에서 포자의 비산을 조사한 결과 6월중순부터 6월하순까지는 포자의 비산이 없거나 아니면 매우 적은 양의 포자가 비산되므로 전문약제 살포시기를 6월하순부터로 하는 것이 타당한 것으로 판단됐다. 물론 포자의 비산 시작 시기는 연차간, 지역간 변동이 심하므로 각 지역별로 포자 비산 상황을 모니터링하면서 전문약제의 살포시기를 결정하는 것이 타당하며 이미녹타딘·트리아세테이트는 잔류문제를 고려하여 늦어도 8월상순 이전까지만 살포토록 했다.

그런데 비타놀의 경우, 겹무늬썩음병 치료효과에 대한 데이터는 얻어져 있으나 예방효과에 대한 실험 데이터가 전혀 없으므로 7월하순경에 살포할 경우 다음 약제 살포까지의 감염에 대해 다소의 불안 요인이 있다. 겹무늬썩음병의 집중감염기인 7월상순부터 8월

중순까지는 당해년도의 기상상황과 포자비산 상황에 따라 약제의 선정은 임기응변적으로 대응해야 하므로 그 시기에 감염 위험이 적으면 이미녹타딘·트리아세테이트 및 비타놀대신 약값이 싼 캄탄, 만코지 및 부탄엠으로 대체할 수도 있을 것이며, 그 해의 작황에 따른 경제적 조정도 있을 수 있다.

9월에는 갈색무늬병 및 점무늬낙엽병의 과실 감염의 위험이 있으므로 치람과 지오판의 합제를 살포하기로 했는데 이 시기에는 점무늬썩음병의 감염위험은 크지 않을 것으로 생각되나 그 가능성을 완전히 배제할 수 없으므로 다소의 불안 여지는 남아있다.

9월중순에는 갈색무늬병의 감염 위험이 있기는 하나 그때까지의

발생상황을 보아가며 생략이 가능할 것으로 보인다.

이상과 같이 15회의 살균제 살포를 기본으로 했는데 그중 생략 가능한 살포가 2회 있으므로 13회 정도의 살포로 가능할 것으로 생각된다. 이와같은 근거에 의하여 작성한 방제력을 1994년 경북 영천, 청송, 안동, 의성의 4개 농가에서 수행한 실증시험에 적용한 결과, 금년도에는 이상고온과 가뭄으로 병의 발생이 전반적으로 적기는 했지만 점무늬썩음병은 0.5%이하, 점무늬낙엽병 및 갈반병도 거의 완전히 방제되었다.

이 살포력은 미국 수출에 있어서 살균제의 제한을 극복할 수 있는 최소한의 프로그램인데 농약의 선택폭이 너무 좁아 다소 문제가 있다. 또 매년 새로운 농약이 등

록되고 있으므로 농약의 선택폭을 넓히기 위한 노력은 계속 되어야 할 것으로 생각된다. 그러나 미국에 잔류허용기준이 설정되어 있지 않은 새로운 농약을 추가할 경우에는 앞에서 소개한 바와 같은 여러가지 조건을 충족할 수 있어야 할 것으로 생각된다. **농약정보**

표2. 농가 실증 시험용 살균제 살포체계

회차	살포시기	살균제명(품목명, 상표)	대상병해
1	3월 하순	thiophanate-methyl+machine oil(기계유유제)	월동병해충
2	4월 중·하순	imminoctadine-triacetate(베푸란)	검은별무늬병, 점무늬낙엽병
3	5월 중순	sythane M(부탄엠수화제)	붉은별무늬병, 검은별무늬병
4	5월 하순	mancozeb, fenarimol*	점무늬낙엽병, 검은별무늬병
5	6월 초순	mancozeb	생략가능
6	6월 중순	thiram(치람수화제, 쓸마내)+thiophanate-methyl	점무늬낙엽병, 점무늬썩음병
7	6월 하순	imminoctadine-triacetate	점무늬썩음병, 점무늬낙엽병
8	7월 초순	mancozeb	점무늬썩음병, 점무늬낙엽병
9	7월 중순	imminoctadine-triacetate	점무늬썩음병, 점무늬낙엽병
10	7월 하순	bitertanol(비타놀수화제, 바이코)	점무늬썩음병
11	8월 초순	imminoctadine-triacetate	점무늬썩음병
12	8월 중순	captan	점무늬썩음병
13	8월 하순	bitertanol(비타놀수화제, 바이코)	점무늬썩음병
14	9월 초순	thiram+thiophanate-methyl	갈색무늬병, 점무늬썩음병
15	9월 중순	thiram+thiophanate-methyl	갈색무늬병, 점무늬낙엽병