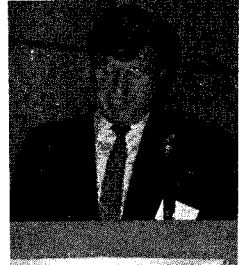


세계 농약산업의 공동과제

갈수록 어려워지는 신물질 개발,
융화되기 어려운 상충요구들,
안전하고 올바른 사용유도에 부심



▶ 지난 4월 25일 개최된 「농약에 관한 강연회」에서 세계농약산업이 안고 있는 공동과제에 대해 설명하는 GIFAP아시아지역위원회의 D. Strobusch박사

1. 연구분야 및 목적

작물보호는 농업자체 만큼 역사가 오래되었다. 수천년 동안 작물 보호는 기계적 혹은 생물적인 간섭의 형태로 존재하였다. 화학적 방법이 본격적으로 사용되기 시작한 것은 불과 1950년대로 그 이후부터 계속적으로 발전하여 현재의 수준에 이르고 있다.

오늘날 화학적 방법은 기계적 및 생물적 방법과 병행하여 약 5,000억 정보에 달하는 면적에 사용되고 있고 농약의 사용추세는 점점 더 증가하는 경향이다. 증가의 원인은 살충

제, 제초제, 살균제의 발전에 따라 병해충 및 잡초와의 싸움이 훨씬 용이해졌다는 데서 비롯된 것이다.

융화어려운 두가지 상충요구들

농화학적 연구가 달성하려고 하는 목표는 그 찾는 대상이 살충제적, 살균제적 혹은 제초제적 특성중 어느 것인가에 따라 크게 달라진다. 그러나 한가지 공통분모가 있는데 이것은 위의 세가지 경우 모두 대상 생물에 대하여 효과가 높고 부작용이 가능한한 적은 것을 목표로 하고 있다는 것이다. 이상적인 제품은 바람직한 특성을 모두 갖는 것이 되겠지

만 이를 만족시키기 위한 요구 사항들이 거의 항상 서로 상충되고 있기 때문에 이것을 다 만족시키는 실제로 불가능하다. 적용대상 해충의 범위가 넓고 효과가 높은 화합물을 생산하고자 하는 목적은 바람직함에 틀림이 없지만 그 화합물이 유익한 곤충을 죽이지 말아야한다는 또다른 바람직한 요구와 종종 상충된다. 지속성에 대한 요구도 이와 비슷하다.

즉 화합물이 원하는 효과를 내기위해서는 그 효과가 장기간 지속되어야 하지만 또한 작물을 수확한 후 농약을 사용한 식물체에 해로운 잔류성분이 남아있지 않도록 신속하게 분해되어야 한다. 특이적 효과가 높아야 한다는 요구와 값이 싸야한다는 요구도 똑같이 융화되기 어렵다.

좋은 수확을 보장한다는것 외에 농약은 농업 노동자의 요구를 더 인간화하는데 긍정적으로 공헌 하였다는 면에서 부가적인 이득을 가져왔다. 요약하면 화학적 작물보호제의 사용은 다음과 같은 이점을 갖는다고 말할 수 있겠다.

- ① 농업의 효율성을 높여 세계에 적절한 식량공급을 가능케한다.
- ② 비싼 식료품을 보다 값싸게 공급함으로써 더많은 소비자들이 이들을 살수 있도록 한다.
- ③ 농업노동을 점차적으로 인간답게 만들어 포장에서의 일손을

덜어준다.

각분야 전문지식의 결정체

1988년 한 해의 세계 작물보호시장의 가치는 200 억불에 달하였다. 이러한 높은 시장 가치는 이렇게 되서는 안되지만 농약산업이 경제적인 면에서 걱정거리가 전혀 없다는 오해를 불러 일으키고 있다. 작물보호 산업이 자기 마음대로 할 수 있는 무한한 자원을 가지고 있고 따라서 자기가 원하는 대로 모든 연구와 개발의 호사스러움을 즐길 수 있다는 일반적인 대중의 견해는 단순히 사실이 아니다. 나는 여러분과 함께 농약산업에 대한 이와같은 모양새 좋은 인상 뒷면에 대하여 한번 살펴보고자 한다. 화학산업이 작물보호에 관한 연구를 착수하기 위해서는 합성화학자, 생물학자, 의사, 수의사, 독성학자, 농부와 같은 여러분야의 전문가들의 과학적이고 기술적인 지식을 필요로 한다.

- 합성연구: 개개 화학자들의 생각이나 가설에 의거하여 새로운 화학물질을 생성한다.
- 공정연구: 기술적이고 경제적인 최선의 공정과정을 작성한다.
- 제형연구 및 제품복제: 유효성분으로 부터 상품화 할 수 있는 적절하고 완전한 제품을 만들어 낸다.

- 생물학적 연구 : 실험실과 온실에서 시험을 수행하여 가능성이 있는 수많은 물질중에서 육석을 가려낸다.
- 생물학적 제품 개발 : 현재 진행 중인 국제적인 포장 시험연구의 범위안에서 제품활성에 대한 윤곽을 규정하여 각각의 생산 체계에 그것을 수용시킨다.
- 환경적 연구 : 식물, 동물, 환경에 미치는 작물 보호제의 효과에 관한 화학적, 생화학적 특성을 검토한다.
- 독성 연구 : 인체와 동물의 건강에 미치는 작물보호제품의 위험 정도를 평가하여 사정하고 독성 시험을 수행할 책임이 있다.
- 등록 업무 : 등록에 필요한 제품 관련 자료들을 편집할 책임이 있고 관계 국제법규의 안내자로서의 역할을 담당한다.

끝으로 새로운 제품을 상품화 하는데 있어서 연구 및 산업체의 성공 여부는 서로 다른 모든 과학분야의 유연한 상호협력 여하에 크게 의존한다.

2. 식물보호물질의 발견

식물, 해충, 병에 대하여 미리 계산된, 의도한 대로의 활성을 보이도록 연구와 합성의 목표를 특정 방향

으로 유도하는 것은 근본적으로 불가능하다. 이것은 이미 발견된 어떤 유효성분그룹이 일정 방향을 표시하고 있을때만 가능해진다. 이러한 이유 때문에 오늘날 근대 화학에 있어서 연구의 중점은 아직도 수많은 물질을 가려내는 데에 주어져 있다. 단지 이렇게 함으로써 후에 농약으로 개발할 가치가 있는 화합물을 발견해낼 기회가 있게 된다. 따라서 성공 여부는 전적으로 탐색과 발견의 문제이다. 일반 대중들은 흔히 연구의 성공율이나 성공 속도에 대하여 완전히 그릇된 인상을 가지고 있다.

발견가능 물질수 해마다 줄어

통계적으로 보면 농약으로 사용가능한 한가지 유효성분을 발견해내기 위하여 1960년대에는 5,000개, 70년대에는 10,000여개의 새로운 화합물을 시험하여야 했다. 오늘날은 적당한 한가지 후보물질을 발견해내기 위하여 대략 15,000개의 화합물이 합성되어 시험되고 있다(그 가능성은 15,000 : 1이다). 화학자 한 사람과 2~3명의 보조원으로 구성된 한 합성팀이 일년에 약 100~200개의 화합물을 합성할 경우, 통상 성공확률을 15,000 : 1로 보았을때, 그들의 일생 30년 동안에 단 1개의 성공적인 화합물을 발견한다면 대단히 운이 좋다고 보아야 할 것이다.

전 세계에서 대략 600 종의 유효성분이 현재 시장에 나와 있다. 이 숫자는 농업이나 위생분야에서 작물보호제, 성장조절제, 안정제, 보조제로 쓰이고 있는 모든 화학물질이나 미생물 분비물질을 포함한다.

이와같은 세계의 유효성분의 범위 안에서 과거 15년 동안은 단지 100 종의 유효성분이 추가되었을 뿐이다. 이것은 세계적으로 해마다 대략 7종의 유효 성분이 증가한 것에 해당하며 발견 가능한 물질의 수는 해마다 줄어든 것이라는 점은 어려움없이 예견할 수 있다.

3. 농약의 개발

그러면 농약의 개발을 어떻게 시작할 것인가?

“히트”할 가능성이 있는 물질이 발견되면 이 후보 물질을 개발하는 일이 시작된다. 개발 기간은 될수있는 대로 단축하기 위하여 화학자, 생물학자, 독성학자로 구성된 연구 팀이 짜여진 행동 계획에 따라 함께 일하게 된다. 이렇게 하는데에 성공한다면 하더라도 물질의 발견에서부터 제품의 판매까지 평균하여 대략 10년이 소요되며 앞서 언급한 통계에서 본 바와 같이 15,000 개의 물질이 시험되어야 한다.

오늘날 물질발견으로부터 그 제품

의 상품화까지에 필요한 비용은 거의 4천만불로 추산되고 있다. 이 숫자는 어떤 이유로든지 개발 도중에 포기해 버린 제품에 대한 비용도 포함된 것이다.

특허수명 단축, 지적소유권 요구

한 제품의 특허 유효기간은 대개 17년인데 이 점을 고려하면 개발 소요 시간은 매우 중요하다. 이 기간의 약 60%는 후보제품을 상품화 단계로 끌어 올리는데 소요되며 나머지 40%가 모든 병해충, 잡초 방제비용과 여기에 포함되지 않았지만 3~6천만불에 달하는 생산 공장 비용을 매우도록 허용된 시간이다.

등록에 필요한 자료의 정도가 현재의 수준보다 훨씬 더 증가하리라고는 생각하지 않지만 각 분야에서 요구하는 자료의 양이 실험의 정밀성이나 지식의 증가에 따라 더 늘어나리라는 것은 명백하다. 이것은 더 많은 시간과 비용의 소모를 의미하고 있으며, 따라서 추가적인 소요 시간은 새로운 제품이 시장에 나온 후에 의심할 여지없이 특허 수명을 더 단축하게 만들 것이다.

특허 기간중 잔효기간 쪽에서 보면 제품의 상품화 이후 전 특허기간의 30% 미만만이 남아 있는 경우도 허다하다. 이러한 계산에서 특허의 만기후에 제품 발명자가 얻어진 관

련자료, 특히 독성에 관한 자료들에 대한 지적 소유권을 요구해야 한다는 것은 수궁이 간다. 이와같은 지적 소유권이 인정되지 않는 국가에서는 새로운 제품의 도입은 점점 더 어려워질 것이다. 따라서 무한정으로 쓸수 있는 재정이나 이것을 가지고 새로운 제품을 제한없이 생산할 수 있다는 농약산업에 대한 모양새 좋은 인상은 오류에 불과하다.

오늘날 농약개발에 적극적인 회사는 연구를 수행하기 위한 능력을 장기간 지속시키기 위하여 최소한 5천 만불이 넘는 연구 예산을 “결정적 금액”으로 가지고 있어야 한다. 현재 연구에 소요되는 연간 비용이 10 억 불 이상 되는 회사도 대략 36개 회사에 달한다. 이러한 이유 때문에 그들의 투자에 대한 댓가를 고려 하여 제조업체들이 농화학적 연구의 대상을 목화, 곡류, 벼, 옥수수, 콩, 과수 및 포도와 같은 주요작물에 국한시켜 이들 작물에 사용 가능한 제품을 개발하는데 집중시키고 있다는 것은 또한 이해할 만하다. 2차적 주요 작물이 농부들에게는 상당한 상업적 가치가 있다고 할지라도 이러한 작물들 만을 대상으로 특별한 제품을 개발한다는 것은 더 이상 경제성이 없다. 농부나 재배자 개인에게는 이것이 식물보호물질의 선택의 폭을 제한하고 있다. 왜냐하면 주요작

물에 쓸 수 있도록 개발한 제품들이 그가 생산하고자 하는 작물에는 적당치 않을지도 모르기 때문이다.

4. 안전성

농약의 개발에 있어서 환경에 대한 안전, 살포자에 대한 안전, 사용자에게 대한 안전은 가장 중요한 위치를 점하고 있다.

앞서 언급한 전체비용중에서 대략 30%가 독성 시험에 쓰인다. 잘 계획된 일련의 시험과 동물 뿐만 아니라 세균 및 세포 배양체들에 대한 여러 가지 시험을 거친후 한 물질의 독성학적 활성의 윤곽이 결정된다.

최초 식물체에 안착한 유효성분은 물리적인 손실이나 화학적인 분해를 통하여 감소하게 될 것이다. 이 과정의 진행속도는 살포액 입자의 크기, 유효성분의 안정성 정도 및 환경조건에 달려 있다. 식품의 소비자들은 특히 농약을 살포하여 재배한 식품에 유효성분이 잔류되어 있는지, 있으면 어느 정도로 잔류되어 있고 그 잔류량이 자기에게 해를 가져 올 수 있는지의 여부를 알기를 원할 것이다. 따라서 유효성분의 감소과정을 추적할 수 있도록 정밀한 분석기술이 개발되지 않으면 안된다.

엄격한 규정적용 잔류한계설정

다음 문제는 엄격한 규정을 적용하

여 식물체에 남아있는 물질의 양, 즉 잔류량이 허용될 수 있는 정도의 수준으로 감소하는 한계점을 설정하는 것이다. 이러한 “무영향 수준”은 kg 체중당 물질의 mg 양으로 표시된다 (mg/kg).

동물에 대한 시험이 인체에 똑같이 유효하지 않을지도 모르기 때문에 국제연합(UN) 내의 식량농업기구(FAO)와 세계보건기구(WHO)의 추천에 따라 안전 한계 농도가 설정되고 있다. 이 수치들은 대개 “무영향 수준”의 100분의 1이다. 다시 말하면 소위 ‘일일섭취 허용량’(ADI)은 실험 동물에게 유해 효과가 없다고 생각되는 양보다 100 배 적은 양을 표시한다.

잔류분석의 경우에 분석 화학자들은 초-미세-분야에서 일하고 있다. 오늘날 수 microgram/kg (=10억분의 1)이나 nanogram/kg (=1조분의 1) 농도의 측정이 가능하다. 여기에 ppb (10억분의 1)로 알려진 microgram 차원을 알기 쉽게 예시하겠다. 1 ppb는 시간단위로 보면 70살된 노인의 수명중 대략 2초에 해당하며 길이의 척도로 보면 지구적도 길이중 4cm 부분에 해당한다.

근대의 잔류분석 방법은 거의 모든 것을 측정 가능하도록 해 놓았다. 일반대중이 특히 관심이 많은 위험 분야에는 1 nanometer = ppt, 1 조분의 1

(10^{-12}) 혹은 1 pictogram=ppq, 1 천 조분의 1 (10^{-15}) 등과 같은 거의 상상할 수 없을 정도의 작은 단위들이 한 단위로서 사용되고 있다. 이러한 단위가 2 ppt 혹은 2 ppq 로 배가되면 물론 두배로 많은 양이 되는 것이지만 실제로 100%의 수학적 증가로 표시되는 것 만큼 중요치 않게 생각된다.

더욱 중요한건 정확한 사용유도

순도가 높은 성분을 얻기 위한 화학분야의 노력은 안전성의 면에서는 결과적으로 포장에 적은 량을 사용하는 것을 의미한다. 이러한 목적에서 유효성분의 제형시에 필요한 첨가물의 적정량을 산출해낼 필요가 있다.

안전성의 면은 이보다 더 나아가 제품관리의 인정에도 해당된다. 말하자면 산업체들은 고객에게 포장이 잘된, 흠이 없는 제품을 공급해야할 책임을 받아들일 뿐만 아니라 정확하게 제품을 취급하고 사용할 수 있도록 도매상이나 사용자를 교육시켜야 할 책임을 스스로 느끼고 있다. 왜냐하면 가장 좋은 제품이라도 부정확하게 사용한다면 원하는 결과를 가져오지 못할 것이기 때문이다.

거래자와 상담원들의 교육훈련외에 제품안전은 최신 살포장비나 보호의

류의 사용과도 관련이 있다. 이것은 여러분들이 알고 있는 바와 같이 정부의 도움 및 국내 농약협회와 함께 GIFAP이 조력하는 FAO에 의하여 보급되고 있다. 이러한 분야도 병해충 종합관리에 속하며 방제대책들의 한 체계로서 병해충 발생의 수준을 가능한 한 오랫동안 경제적 피해수준 이하로 유지하는데 노력하고 있다.

병해충 종합관리 체계는 아래와 같은 대책들을 포함한다.

- ① 작물 대책 (품종, 작물윤작)
- ② 기계적 및 물리적 대책 (경종방법)
- ③ 화학적 대책 (규정된 대상 병해충에 대하여 특이적 효과를 갖는 제품의 신속하고, 목표제한적인 사용)

화학적 대책은 오염정도가 특정

정 피해수준을 초과하여 이 방법을 사용하지 않고는 수량 감소를 가져오게 될 경우에만 한하여 사용한다.

마지막으로 농산부나 국내식물보호협회, 산업체들에 의한 FAO 행동규약의 준수는 농약안전사용의 핵심이 된다. 이러한 면에서 나는 여기한국에서 열린 이 워크샵에서 우리의 경험이나 의견을 교환할 수 있는 가능성을 갖게 된 것에 대하여 매우 기쁘게 생각한다. 이상적인 세계에서는 우리의 문제들의 수는 더 적어지고 그 크기도 작아질 것이다. 그러나 그 누구도 만족하게 될 수는 없다. 왜냐하면 중요한 것은 문제를 찾아내서 적절히 대처하는데 있기 때문이다. 연례 GIFAP 워크샵과 같은 행사는 우리들에게 세계안의 우리들 동료 산업체들과 의사를 소통하는 훌륭한 공청회를 마련해 주고 있다.

