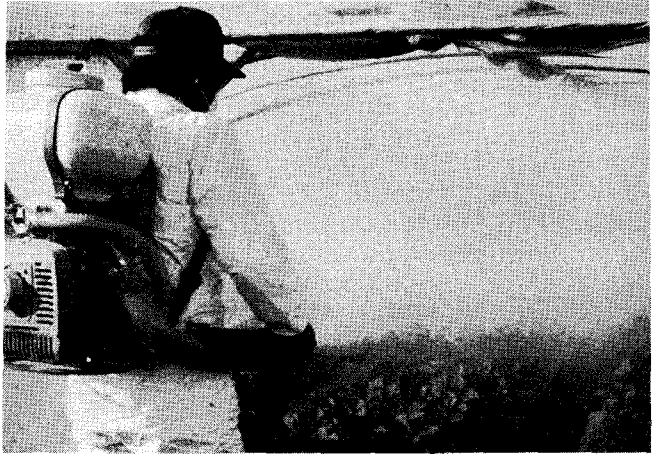


농약사용은 이렇게...



● ————— 병해충 방제의 특징과
● ————— 살포방법을 알아본다.

오 병 렬 박사
농약연구소

최근 비닐하우스가 농업에 도입된 이래 신선한 채소의 년중 공급이 가능하게 되었다. 국민소득의 증가와 더불어 이들 채소의 급증하는 수요에

부응하여 시설채소의 재배면적도 매년 증가하여 1987년도에는 22,339ha에 달하여 1970년도 대비 약17배에 이르고 있다(표1).

표1. 년도별 비닐하우스 설치면적

(농촌진흥청, 1987)

구 분	'70	'75	'80	'85	'87
시설면적(ha)	763	1,746	7,142	16,509	20,471
재배면적(ha)	1,289	3,349	9,228	18,835	22,339
이용율(%)	169	192	129	114	109

시설재배는 온도를 조절함으로써 겨울에도 고온성 채소의 재배가 가능하고 노지재배에서 문제시되고 있는 기후조건에 대한 영향이 적고 또한 수확기를 변화시킴으로써 주년생산, 농가경영상 생산·출하시기를 조절할수 있는 특징이 있다. 반면 무리한 환경하에서 재배되는 경우가 많고 겨울철에는 저온, 다습하여 병해에 의한 피해를 받기 쉽다. 특히 난방비의 절약을 위하여 2중~3중 비닐피복하여 보온효과를 높히게 되면 야간에 하우스 내 기온이 떨어짐으로써 상대습도가 상승하고 하우스 내벽에 물방울이 생겨 작물의 잎에 낙하하여 과습을 조장, 병원균의 감염에 호조건을 부여한다. 작물의 생육도 연약해지고 과번무하게 되어 병원균에 대한 감수성도 높은 특성을 지닌다.

한편, 시설재배는 작물을 연간 2회 이상 연작하는 경우가 대부분이어

서 병원균의 밀도를 증대시키는 요인이 되고 있다.

시설재배 병해충방제의 특징

비닐하우스나 온실등의 시설재배에서는 노지재배에 비하여 항시 고온, 다습조건하에서 작물이 생육하게 되므로 병해발생에 유리한 환경을 부여하여 여러가지 병해가 발생하고 있다.

안전사용기준 지키고 연용말아야

약제에 의한 병해방제는 생력적이고 속효성인 특징이 있으나 안이하게 약제방제에만 의존하게 되면 이에 따른 폐단도 수반하게 된다. 안전성면에서는 각 약제마다 안전사용기준이 설정되어 사용회수 및 시기를 제한하고 있으므로 반드시 이에 준하여 사용하여야 한다.

최근 일부지역에서 특정병해에 대

표2. 시설재배에 있어 주요병해와 발병작물

(농촌진흥청, 1987)

병 해	주 요 작 물
덩굴쫓김병	오이, 수박, 참외, 배론
역 병	토마토, 오이, 고추, 수박, 가지
쟁빛곰팡이병	토마토, 오이, 딸기, 고추, 가지
균 핵 병	토마토, 오이, 고추, 수박, 배추
노 균 병	오이, 배추, 수박, 호박
흰 가 루 병	오이, 참외, 토마토, 고추, 수박
탄 저 병	토마토, 오이, 고추, 배추
입 고 병	가지, 토마토, 고추

한 농약의 효과가 저조하다는 이야기를 간혹 접하게 되는데 이는 동일한 약제를 계속하여 사용함으로써 약제에 대한 병원균의 내성이 발현됨으로써 일어나는 현상으로 추정할 수 있다. 따라서 농약에 의한 병해방제의 기본원칙은 살균기작이 상이한 약제와 번갈아 사용하는 방제체제를 확립하는 것이 필수적이다. 아무리 효과가 우수한 약제라 할지라도 한 약제만을 계속 사용하거나 남용하게 되면 약제내성균의 출현을 조장할 수 있어 약제살포의 효과를 저하시키는 물론 큰 피해를 입게 되는 수도 있다.

병해, 주로 토양과 공기전염에 의존

시설채소의 주요 병해를 전염되는 경로로 분류하면, 토양으로부터 전염되는 병해인 시들음병(萎凋病), 덩굴쪼김병(蔓割病), 갈록병(立枯病), 무름병(軟腐病) 등과 공기에 의하여 전염되는 병해인 잿빛곰팡이병(灰色微病), 흰가루병(白澁病), 탄저병(炭疽病), 세균성병해 등으로 구분할 수 있다.

토양전염성 병해(土壤傳染性病害)는 흙으로부터 병원균이 감염되므로 농약을 중심으로 한 방제체계만으로는 완전한 방제를 기할 수 없고 재배지의 토양환경을 포함한 경종적인 방제도 수반하여야 한다. 공기 전염성 병해(空氣傳染性病害)는 그 전염원이 주로 공기에 의하여 유래되므로 토양

전염성 병해에 비하면 농약을 중심으로 한 방제체제의 확립이 용이하다.

공기습도에 주의, 피해잔사는 제거

시설재배에서 작물의 지상부를 가해하는 병인 경우에는 특히 하우스내 공기의 습도에 주의를 기울여야 한다. 즉, 극단의 과습, 또는 건조를 피하기 위한 노력이 필요하다. 이와 같은 대책을 강구하지 않으면 역병(疫病), 잿빛곰팡이병, 균핵병(菌核病), 세균병등은 약제방제를 계속하여도 발생을 억제하기 곤란한 경우가 많다.

재배기간중 또는 수확후 병해에 감염된 피해잔사를 방치하면 건전작물에의 전염원이 되고 후작에의 병해발생원이 되기 때문에 피해잔사는 제거하여 태워버리는 것이 좋다.

해충, 시설내 침입방지가 급선무

한편 시설에서 재배되는 채소류에 발생하기 쉬운 해충에는 진딧물, 응애류와 같은 흡즙성 해충(吸汁性害虫)과 잎벌레, 총채벌레, 달팽이 등이 있다. 시설내에서 발생하는 해충은 온도조건이 적합하고 섭취가능한 영양원이 풍부하며 강우나 천적으로부터 보호되어 있어 증식에 매우 유리한 환경이 된다.

해충의 발생원으로는 ①종묘, 상토(床土)등에 기생 또는 부착하여 잠입

하는 경우 ②작물재식전에 하우스내에 존재하는 경우 ③비래 또는 작업자에 의하여 이동하는 경우 등으로 분류할 수 있으나 이들 발생원이 되는 해충의 밀도가 매우 낮아도 증식이 왕성하여 기온이 상승하는 봄이 되면 급격히 밀도가 높아지게 된다. 따라서 시설재배에 있어서의 해충방제는 발생원이 되는 해충의 시설내로의 침입, 잠입을 억제하여 재배초기의 밀도를 최소화하여야 한다. 이를 위하여는 묘상(苗床)·상토의 사전소독, 시설내 잡초, 작물잔사의 제거, 환기창에의 방충망설치 등을 철저히 이행하여야 한다.

농약 살포 방법

시설내부는 외계로 부터 격리되어 있으므로 야외에서의 농약살포작업과는 달리 살포된 농약의 표류비산이 없고 살포지역이외의 환경에 대한 영향도 전연 무시할 수 있다. 또한 기상조건에 좌우되지 않으므로 농약의 이동도 적으며 가스화한 유효성분도 오랜시간 시설내에 잔존하므로 살포 약제의 병해충방제 효율을 증진시키는 면에서 장점을 지니고 있다. 시설재배시에만 국한되는 사항은 아니지만 농약에 의한 병, 해충방제에 있어 고려하여야 할 사항을 열거해보면 다음과 같다.

- ①약제의 적용범위가 넓은 것
- ②사용법이 간편하며 경제적인 것
- ③확산성이 우수하여 균일한 부착이 가능할 것
- ④약제에 의한 작물오염이 없을 것
- ⑤가능한 시설내의 습도를 높이지 않을 것
- ⑥작업자에의 안전성, 위생면에서 위험이 수반되지 않을 것
- ⑦살포후 단시간내에 작업을 개시할 수 있을 것

1. 분무법(噴霧法)

방제효과 우수한 관행살포방법

농약희석액을 다량으로 살포(500~2000배액, 200~400 l/10a)하는 방법으로서 가장 널리 사용되고 있는 관행살포 방법이다. 대부분의 희석제 농약(유제, 액제, 수화제등)에 적용이 가능하고 작물의 생육상태에 맞추어 살포할 수 있으므로 방제효과가 우수한 점등의 특징이 있다.

반면, 과채류의 경우 과실표면이 다소 오염될 가능성이 있고 농약살포자가 하우스내에서 작업을 실시하므로 농약분무업자의 흡입이 용이하며 작물체에 부착된 농약살포액에 접촉됨으로써 안전성면에서 문제점이 있다. 또한 농약희석액의 살포약량이 많기 때문에 시설내가 과습하기 쉬워

병해의 발생 또는 약해를 조장할 우려도 있다.

2. 훈연법(燻煙法)

가연성의 연소제를 함유한 농약제제에 불을 붙여 연기를 시설내부에 확산시킴으로써 병해충을 방제하는 방법으로서 사용이 간편하고 생력적이며 농약살포시에도 안전성이 우수한 방법이다. 또한 특별한 살포장비가 불필요하며 과채류의 경우 과실을 오염시키지 않고 농약회색액의 조제가 불필요하여 물을 사용하지 않으므로 과습을 조장하지 않는 점등 장점이 있다.

반면 고온에서 약제를 연소시키므로 적용할 수 있는 약제는 열에 대하여 안정할 뿐만 아니라 유효성분상태로 기화하는 약제에 국한되는 단점을 지니고 있다. 예를들면 procymidone은 200℃에서 유효성분상태로 98%가 기화하지만 thiophanate는 180℃에서 전연 기화되지 않고 90% 이상이 분해된다고 한다.

하우스 밀폐하되 흡입않게 주의

훈연제의 대부분은 유효처리 면적이 적기 때문에 대형 하우스인 경우에는 여러군데 설치할 필요가 있고 착화작업에도 오랜 시간이 소요되어 살

포자가 약제의 연기를 흡입하지 않도록 세심한 주의를 해야한다.

시설용 난방기에 약통을 설치하고 난방기의 열원을 이용하여 연무화(煙霧化)시켜 온풍용 팬(fan)을 통하여 시설내에 약제를 확산시키는 난방기 구상치형 훈연법과 약제를 접시나 통에 넣어 전열기 또는 고체연료로 용기를 가열하여 약제를 연무화시키는 전열식 훈연법도 사용된다.

훈연법에 의한 약제방제시에는 농약입자가 연기상태로 매우 미세하므로 시설전체를 완전하게 밀폐하여 훈연입자의 손실방지에 세심한 주의를 기울여야 하며 처리시키는 석양녘에 실시하고 다음날 아침에 시설내부를 충분히 환기시켜 훈연입자가 완전히 제거된 후에 시설내에서의 작업을 실시하도록 한다.

3. 증산법(蒸散法)

유효성분 분해적고 작물체 균일부착

기체화한 약제가 차거운 공기에 의하여 결정화하는 원리를 이용한 면에서는 훈연법과 유사하나 훈연법은 건열(乾熱)을 이용하는데 비하여 증산법은 습열(濕熱) 즉, 과열된 수증기를 이용하기 때문에 열원의 사용방법이 상이하하다(그림 1).

증산법에서는 수증기를 사용하므로

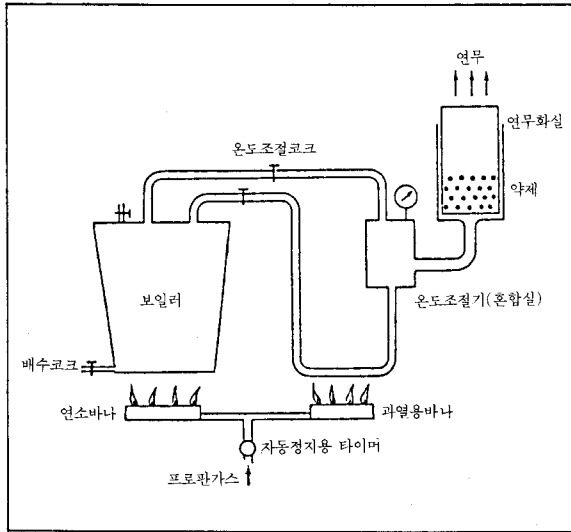


그림1. 증산기의 구조

건열을 사용한 혼연법에 비하여 약제가 기화하기 쉽고 증기압도 높아진다. 또한 사용하는 증기가 수증기를 다시 가열한 과열증기(過熱蒸氣)이므로 산소가 함유되지 않아 농약유효성분의 산화에 의한 분해도 적다. 특히 일단 기화한 농약성분이 결정(結晶)으로 석출(析出)할 때 수증기가 응축하여 가능한 많은 물방울이 주축으로 되는 작은 입자가 다수 형성되어 농약이 작물체에 균일하게 부착하게 된다.

증기의 온도는 160~350℃로 비교적 낮은 온도에서 증산시키므로 유효성분의 열분해가 혼연법에 비하여 적고 열에 약한 화합물이나 중래의 기

존 제형도 적용할 수 있다. 그러나 과열수증기를 사용하므로 에스테르(ester)계 농약(유기인제, 카바메이트계 농약) 등에 대하여는 가수분해를 조장시키고 수용성의 농약에서는 기화되기 어려운 단점도 있다. 특히 증산기가 고가이고 프로판가스를 시설내에 설치하여야 하므로 안전성의 면에서도 문제점을 내포하고 있다.

4. 煙霧法(Fog machine法)

소형의 제트엔진(Jet engine)이 배출하는 고온(800~1,000℃)의 고속 배기가스를 이용하여 약액을 연무화시키는 방법이다.

약액의 분출경로는 연료인 휘발유가 연소실에서 매초 100회정도 폭발하고 이 배기가스는 분관(噴管)으로 배출된다. 한편 분관내에 유출된 약제는 공명진동(共鳴振動) 에너기에 의하여 순간적으로 미립자화하여 배기가스와 함께 분출된다(그림 2, 3) 고온의 배기가스를 이용하여 약제를 연무화시키므로 유효성분이 분해될

우려가 있지만 접촉시간이 순간적이므로 열분해는 매우 적다.

살포약량은 10a당 6~10ℓ로 고농도 희석액을 소량으로 살포하므로 살포소요시간도 10a당 10분정도로 생력적이며 시설외부로 부터 살포가 가능하므로 안전성도 우수하다. 적용이 가능한 약제는 시판의 유·액제, 수화제를 사용할수 있으나 장치의 가까

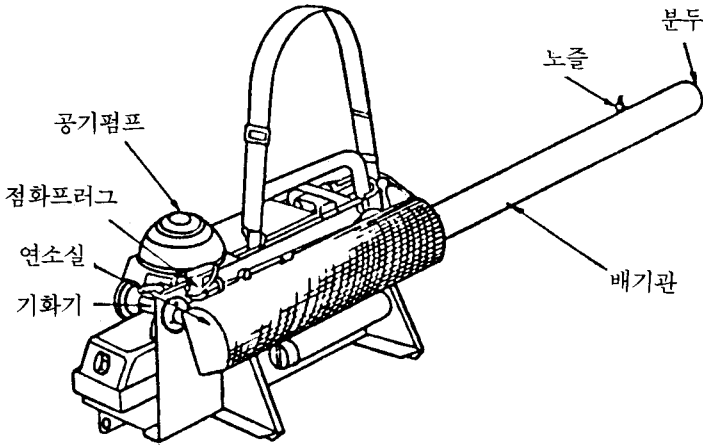


그림 2. 연무기의 구조

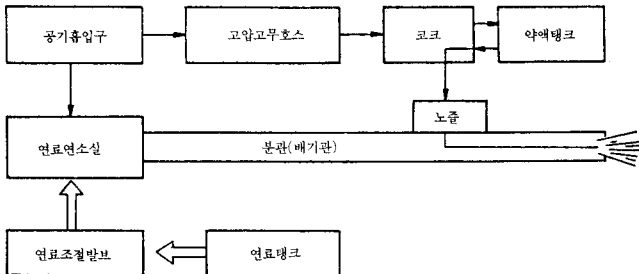


그림3. Fog machine의 약액분출 모식도

운 부근에서 거대한 연무입자가 낙하하게 되어 약해를 발생시킬 위험성이 있으므로 전용의 확산제(拡散劑)를 사용하여야 한다.

결점으로서의 살포기가 고가이고 엔진의 폭발음이 기계부근에서는 120 데시벨, 80m거리에서는 60데시벨로 주거지역 부근에서는 소음에 주의할 필요가 있다. 또 분무액이 작물체에 직접 접촉하게 되면 약해를 일으키므로 세심한 주의를 요한다.

한편 압축공기를 음속(音速)으로 팽창시켜 발생한 약액의 미립자를 다 시 초음파(超音波)에 의하여 10 μ m 이하로 파쇄한 후 송풍기로 시설내에 확산시키는 상온연무법(常溫煙霧法)이 있다. 살포약량은 10a당 5~10ℓ의 고농도소량살포로서 살포소요시간이 10a당 1~1.5시간 소요되나 유효성분의 분해가 없고 기존의 농약제형(유제, 수화제, 액상수화제)을 적용할 수 있다.

5. 미분제(微粉劑)

미분제는 농약의 유효성분을 미분쇄기(Zet-O-Mizer 등) 등의 특수한 분쇄장치를 이용하여 혼연제의 입자크기 정도로 미분쇄하고 흡유성의 미분말을 배합하여 살포시 입자상호간의 응집을 가능한 배제시킴으로써 부유, 확산, 작물체에의 약제부착이 쉽도록

제제한 시설재배 전용의 제형이다.

미분제는 제제공정상이나 살포시에 가열처리가 불필요하므로 모든 농약원제에 대하여 제제가 가능하다. 살포시 물을 사용하지 않고 제품을 그대로 살포하므로 시설내 과습을 방지할 수 있다. 시설외부에서 살포할 수 있으므로 살포작업의 안전성이 높으며 일반적으로 사용되고 있는 배부식 동력살분기를 이용하여 살포할 수 있어 경제적이다.

미분제의 평균입자 크기는 5 μ 정도이며 가비중은 일반 분제의 1/5~1/6 정도에 지나지 않아 시설내부에서의 약제부유, 확산이 용이한 제형이다(그림4). 살포약량은 10 a당 300~500g이며, 살포소요시간은 10a당 5분정도로 매우 능률적이다.

보호장비 착용, 석양녁에 작업토록

미분제 살포는 혼연법과 같이 석양에 실시하고 출입문은 밀폐하고 일 아침에 개방하여야 한다. 살포후 최소한 5시간 이내에는 미세입자가 시설내에 부유하기 때문에 하우스내에 들어가지 않도록 한다. 살포기의 엔진회전속도를 최고로 하여 풍량을 강하게 하되 살포량이 소량이므로 약제 토출 조절 눈금은 최소로 하여야 한다. 살분기의 분두(噴頭)는 약 30°~45° 정도로 하우스천정을 향하여 좌우로 흔들면서 균일하게 살포한다.



그림4. 시설딸기에서의 미분제 살포광경

살포자는 시설내에 들어가지 않고 분관(噴管)만을 시설내에 삽입하여 살포자에의 위험성을 최소로 한다.

소형하우스(길이 30m 이내)의 경우는 바람부는 반대쪽의 출입구를 개방한 상태에서 전술한 방법으로 살포하고 반대 출입구로부터 약제분말이 유출되기 직전에 전체 출입구를 폐쇄한다. 미분제의 유효도달거리는 30m 정도가 한계이므로 길이가 30m 이상의 대형하우스에서는 소정 약량의 절반에 해당하는 양을 양쪽 출입구를 통하여 각각 살포한다.

환기팬이 설치되어 있는 대형하우스의 경우에는 팬을 작동시키면서 하

우스내에 공기의 유동을 조장시켜 환기팬이 설치된 반대편 출입문을 통하여 살포하면 균일한 살포를 할 수 있다. 대형의 연동(連棟)하우스내에서는 연동의 동과 평행방향으로 살포한다.

미분제는 초미세한 입자로 형성되어 있어 취급시 분진의 발생이 용이하므로 마스크, 장갑등의 보호장비를 착용하고 살포작업을 실시한다. 또는 미분제의 물리성유지는 살포시의 균일한 분산에 직접적인 영향을 미치므로 보관시 다량으로 쌓아 보관하거나 가압, 흡습등을 가능한 피해야 한다.