

소형 비닐하우스 내에서 훈연처리된 살균제 Procymidone의 분포 특성

유주현* · 임희경 · 김정한¹ · 조광언

한국화학연구원 농약스크리닝팀, ¹서울대학교 농생명공학부

(2000년 9월 22일 접수, 2000년 10월 30일 수리)

오이 혹은 모조오이를 설치한 소규모 비닐하우스 내에서 procymidone 훈연제를 연소시킨 후 하우스 내 여러 지점의 단위 면적당 약제의 부착량 분포를 조사하였다. 훈연된 procymidone은 오이잎, 유리판과 여과지 모두 거의 대등하게 부착되는 경향을 보여 오이 잎의 대용으로 유리판과 여과지를 사용할 수 있었다. 모조오이를 사용한 실험에서 procymidone의 부착량은 잎의 수평 투영면적에 정비례하여 수평면에서 가장 많았고, 수직면에서 가장 적었으며, 잎의 이면에는 표면에 비해 5% 이하만이 부착되었다. 높이와 상하 중첩 거리를 달리하여 잎을 설치하였을 때 높이에 따른 농약의 부착량 차이는 거의 없었으며, 상하 중첩된 경우가 상대적으로 약제 부착량이 적었으나 중첩 거리에 따른 잎간의 부착량 차이는 매우 작았다. 모조오이의 수가 일정한 조건하에서 훈연제 처리량이 증가함에 따라 procymidone의 엽면 부착량이 비례적으로 증가하였다. 훈연제 처리량이 일정한 조건하에서 모조오이의 수를 증가시키기에 따라 procymidone의 엽면 부착량은 총 엽면적과 비닐하우스 지면 면적의 합에 반비례하여, 총 엽면적이 2배와 3배 증가하였을 때 엽면 부착량은 22%와 36%가 감소하였다.

Key words: 훈연제, procymidone, 비닐하우스, 분포, 부착량

서 론

훈연제는 비닐하우스, 온실 등의 시설 내에서 농약 제형 자체를 연소시켜서 농약을 함유한 연기가 넓은 면적에 균일하게 퍼지게 함으로써 작물에 발생하는 병해충을 손쉽게 방제할 수 있도록 고안된 제형이다.¹⁾

훈연제는 다른 제형과 비교하여 사용이 매우 간편하여 농약 살포에 따르는 노동량과 시간을 최소화할 수 있고, 시설 내에 설치한 후 착화와 동시에 살포장소를 벗어날 수 있으므로 농약에 의한 중독의 위험이 거의 없다. 또한 연기형태로 농약을 살포하므로 살포용액에 의한 농산물 오염이나, 농약의 분무과정에서 발생할 수 있는 식물체에의 상처로 인한 상품가치의 저하가 없고, 농약살포에 물을 전혀 사용하지 않으므로 과습으로 인한 병해충 발생 촉진 가능성을 배제할 수 있는 등 여러 가지 장점을 가지고 있으므로 시설원예용으로는 매우 유용한 제형이라고 할 수 있다.²⁾

훈연제 중의 농약은 연소될 때의 고열에 의해 기화되었다가 응축과 동시에 미립자로 되는데, 처음에는 열풍 등의 고온 기류에 의하여 위로 분산된 후 하우스 내의 미기상학적인 공기의 흐름에 따라 넓게 확산되었다가 침강하여 식물체에 부착된다.²⁾ 훈연 후 생성된 농약 입자는 입경이 5µm 이하일 때 하우스 내에서 거의 균일한 분포를 보이며,¹⁾ 1µm 및 5µm 입자의 낙하속도는 각각 9×10^3 cm/sec 및 0.23 cm/sec이므로 높이 2 m 정도의 비닐하우스에서는 훈연처리 후 6시간 정도 경과하면 대부분 낙하하게 된다.³⁾

内野一成¹⁾은 훈연처리 후 농약 입자가 낙하하여 유리 면에 부착된 양을 측정하였을 때 수평에서 22.5도까지의 경사면에서는 부착량이 거의 대등하나 45도 면에서는 수평면의 80%, 67.5도 면에서는 50%였고, 수직면에서는 1%에 불과하였으며, 이 면에의 부착량은 수직면과 유사하게 매우 적었다고 하였다. 그러나 다른 보고에서는 훈연제의 처리에 의해 잎 이면에 부착되는 농약의 양은 농약의 이화학적 특성에 따라 다르며, 증기압이 높은 dichlorvos의 경우 표면과 이면의 부착량이 거의 대등하였다고도 하였다.⁴⁾ 또한 Lockhart 등⁵⁾은 captan을 사과 창고에서 훈연시켰을 때 사과 윗면의 부착량이 가장 많았고, 측면과 아래에서는 적었으며, 창고 천정과 벽면에서는 가장 적었다고 하였다.

본 연구에서는 8 m³의 정육면체와 약 1.14 m³의 둥근 지붕형태의 소형 비닐하우스 내에서 procymidone 과립훈연제를 처리하고, 오이 잎, 오이 잎 대용품과 비닐에 부착된 농약량을 측정함으로써 훈연제 처리에 의한 비닐하우스 내 농약의 분포 특성을 구명하여 훈연제의 효율적인 사용방법을 제시하고자 하였다.

재료 및 방법

공시재료. Procymidone 과립훈연제 [스미렉스, 유효성분 30%, (주)동방아그로 제품]는 시판 제품을 구입하여 사용하였다. 농약의 부착 시험에는 여과지 Whatman No. 2(직경 9, 18.5 cm) 및 Whatman No. 42(직경 11 cm, 9 cm)를 사용하였으며, 오이 식물체 모형의 잎 대용품으로는 시판되고 있는 크라프트 C지를 사용하였다.

훈연처리 후 지면에 대한 procymidone의 부착량 분포. 가로, 세로 및 높이가 각각 1미터이고, 천정 중앙이 15 cm 높고

*연락처

Phone : 82-42-860-7438, Fax : 82-42-861-4913

E-mail : jhyu@pado.kriict.re.kr

등글게 쇠막대로 제작한 비닐하우스(1.14 m²) 내의 지면 네 모서리에 각각 3장씩, 중간 부위 네 곳에 각각 2장씩 직경이 11 cm인 여과지(Whatman No. 42)를 놓았다. 비닐하우스 지면 중앙에 procymidone 혼연제 1.22 g을 놓고 점화용 심지를 사용하여 연소시켰다. 혼연제 처리 후 15시간 동안 밀봉 상태를 유지한 다음 여과지를 채취하여 procymidone의 부착량을 측정하였다.

혼연처리 후 오이 잎과 유리판의 procymidone 부착량. 가로, 세로 및 높이가 각각 2 m인 비닐하우스(8 m³)의 중앙으로부터 벽 쪽으로 70 cm, 지면으로부터 50 cm 높은 곳에 가로와 세로가 각각 10 cm인 유리판 2장을 정확하게 포개어 3쌍을 수평으로 설치하였다. 또한 온실에서 재배한 14엽기 오이[신장 180 cm, 백다다기 오이, 동부한농종묘(주) 제품]를 지면으로부터 50 cm 높이의 잎 1장을 제외한 모든 잎을 제거하고 철사로 남은 잎의 이면을 지지하여 잎이 수평이 되도록 조절한 후 유리판에 인접하게 배치하였다. 지면 중앙에서 procymidone 혼연제 0.483 g을 연소시키고 15시간 동안 밀봉한 후에 유리판과 오이 잎을 취하여 procymidone의 부착량을 측정하였다.

엽면의 경사각과 위치에 따른 procymidone의 부착량. 비닐하우스(1.14 m²) 내에 2개의 스탠드를 설치하였다. 한 개의 스탠드에 50 cm 높이에 겹쳐진 세 쌍의 여과지(Whatman No. 42, 직경 11 cm)를 설치하였다. 이때 여과지가 각각 지면에 대하여 수평, 45도 및 수직이 되도록 하였으며, 동시에 상하로 서로 중첩되지 않도록 하였다. 한 변이 10 cm이고 두께가 1 mm인 정사각형의 유리판을 다른 한 개의 스탠드에 여과지 설치시와 동일한 방법으로 설치하였다. 지면 중앙에서 procymidone 혼연제 1.2 g을 연소시키고 밀봉하였다. 약제처리 15시간 후에 상하면을 구별하여 여과지와 유리판을 채취하여 procymidone의 부착량을 측정하였다.

또한 다른 비닐하우스(8 m³)의 중앙으로부터 대각선 방향과 측면방향으로 70 cm 떨어진 곳에 3개의 스탠드를 설치하였다. 한 개의 스탠드에는 지면으로부터 40 cm에서 100 cm 높이까지 10 cm의 간격으로, 다른 한 개의 스탠드에는 20 cm에서 140 cm 높이까지 20 cm 간격을 두고 상하로 서로 정확하게 중첩되도록 여과지(직경 18.5 cm)를 수평으로 설치하였다. 나머지의 스탠드에는 지면으로부터 140 cm의 높이까지 20 cm의 간격으로 여과지(직경 9 cm)를 수평으로 달았으며, 이때 여과지간 서로 중첩되는 일이 없도록 와권형으로 배치시켰다.

Procymidone 혼연제 0.48 g을 연소시키고 밀봉한 다음 15시간 후에 여과지를 채취하여 procymidone의 부착량을 측정하였다.

혼연제 처리량과 모조오이 수에 따른 procymidone 부착량.

비닐하우스 내에서 procymidone 혼연제의 사용량에 따라 달라지는 엽면적당 농약 부착량, 비닐하우스 벽면, 천정 및 지면의 농약 부착량을 측정하기 위하여 비닐하우스(약 1.14 m³)의 벽과 지붕의 중앙에 동일한 재질의 비닐조각(10 cm×10 cm)을 부착시켰다. 와그너 풋트(1/5000 a)에 플라스틱 파이프를 꽂고 고리형 철사를 매단 후 한 변의 길이가 20 cm인 정사각형의 크라프트지를 수평으로 올려놓아서 잎이 10매씩 달린 모조오이 식물체(이하 '모조오이'라 표기함)를 제작하였다. 이 모조오이

를 비닐하우스에 2주씩 배치하고 지면으로부터 50 cm 높이에 여과지를 수평으로 달았으며 지면에도 여과지를 놓았다. Procymidone 혼연제를 각각 0.06 g, 0.12 g 및 0.18 g 연소시키고 밀봉한 다음 15시간 후에 비닐조각과 여과지를 채취하여 procymidone 부착량을 측정하였다.

또한 모조오이를 각각 1주, 2주 및 3주를 배치한 비닐하우스에서 procymidone 혼연제 0.12 g을 연소시키고 15시간 후에 procymidone 부착량을 측정하였다.

Procymidone 분석. 유리판은 아세톤으로 세척 추출한 후 추출액을 감압 건조하여 아세톤을 제거하였으며, 여과지와 비닐은 표면에 새로운 여과지를 대고 말아서 마개 달린 시험관(15 ml)에 넣었다. 여기에 내부표준물질로 biphenyl이 150 µg/ml 함유된 acetonitrile 용액 10 ml를 넣고 3분간 진탕 추출하였다. 이 추출액을 2,270 G에서 5분간 원심 분리한 후 HPLC(Waters, Nova-Pak® C18, 3.9×300 mm, UV 검출기 229 nm, 이동상 42% acetonitrile 수용액, 유속 1.5 ml/min., 용출시간 21.3분)로 procymidone을 정량하였다.

오이 잎은 엽병을 자르고, 잎 표면이 45도 각도로 위를 향하도록 시험관 보관용 랙에 고정시켰다. 오이 잎 이면에는 세척액이 닿지 않도록 주의하면서 약 5리터의 20% 아세토니트릴 수용액을 3분간 계속 분무하여 잎 표면에 부착된 농약을 세척 제거하였다. 이 잎으로 직경 87 mm의 잎 디스크를 만들어서 20% 아세토니트릴 수용액이 담긴 시험관에 넣었다. 분당 60회의 속도로 3분간 도립 진탕하여 농약 유효성분을 추출하였다. 추출액은 원심 분리한 후 HPLC로 procymidone을 정량하여 이면에 부착된 양을 산출하였다. 오이 잎 표면의 procymidone 부착량은 오이 잎 이면을 아세토니트릴 수용액으로 씻어낸 후 위와 동일한 방법으로 측정하였다.

결과 및 고찰

혼연제 처리 후 농약의 지면 분포 및 오이 잎과 유리판의 procymidone 부착량. Procymidone 혼연제 1.2 g을 연소시킨 후 비닐하우스(약 1.14 m³) 지면의 여러 위치에 떨어진 procymidone의 양은 위치에 관계없이 매우 균일하여(Table 1) 본 실험에서와 같이 작은 비닐하우스에서는 혼연제의 처리에 의해 농약이 균일하게 분포될 수 있음을 알았다.

유리판과 오이 잎에 부착된 procymidone의 양은 서로 대등하였고(Table 2), 표면에 비해 이면에 부착되는 양은 부착 면에 따라서 약간 달랐지만 5% 미만으로 다른 연구자들의 보고와 유사하였다.^{6,7)}

엽면의 각도와 위치에 따른 procymidone의 부착량. 여과지와 유리판이 지면과 이루는 각에 따른 procymidone 부착량을 보면(Table 3) 수평 표면에 비해 이면 혹은 수직면에 부착된 양은 총 부착량의 5% 미만이었다. 수평면과 45도 각을 이루는 표면에 부착된 양은 수평면 부착량과 비교하여 여과지는 69.3%, 유리판은 68.0%로 45도면의 수평 투영면적 비율($\cos 45^\circ = 0.70$)과 일치하였다. 이와 같이 procymidone의 부착량은 주로 엽면의 수평 투영면적에 비례하였으며, 이는 혼연 입자의 부착이 전적으로 중력 낙하에 의한 것임을 나타내고 있다. 이러한 본

Table 1. Deposition of procymidone on the floor of vinyl house

Position	Procymidone deposit			
	Average ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$)	C.V. ^a (%)	Total average ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$)	C.V. (%)
Corner	28.5	± 0.6	28.4	± 0.7
Center	28.3	± 0.7		

^aC.V.: coefficient of variance

Table 2. Deposition of procymidone on glass plates and cucumber leaves

	Procymidone		
	Deposit($\mu\text{g}/\text{cm}^2$)	Ratio(%) ^a	
Glass plate	Surface	1.392	100
	Backside	0.055	4.0
	Total	1.447	
Cucumber leaf (14-leaf stage)	Adaxial	1.472	100
	Aboxial	0.022	1.5
	Total	1.494	

^aRatio to the surface or adaxial deposit

Table 3. Deposition of procymidone on glass plates and filter papers at various surface angles

		Procymidone		
		Deposit ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$)	Ratio (%) ^a	
Filter paper	Horizontal	Surface	27.4	100
		Underside	0.4	1.5
	45° angular	Surface	19.0	69.3
		Underside	0.5	1.8
	Perpendicular		1.2	4.4
	Glass plate	Horizontal	Surface	27.8
Underside			0.1	0.4
45° angular		Surface	18.9	68.0
		Underside	0.2	0.7
Perpendicular		1.4	5.0	

^aRatio to the horizontal surface deposit

연구 결과는 수평 투명 면적과 비례 관계가 없었던 丙野一成¹⁾의 보고와는 다른 결과였으나 수직면에도 적은 양이지만 부착되는 것으로 볼 때 농약의 부착은 농약입자의 중력에 의한 침강이 가장 중요한 요인이지만, 실제 규모가 큰 하우스에서는 대류에 의해 중력 낙하가 다소 교란되며, 증기 상태로의 흡착, 부착면의 정전기적인 인력이나 요철 등의 요인도 부착에 기여하는 것으로 추정되었다.

와권형으로 설치하여 서로 중첩되지 않게 한 여과지의 위치에 따른 농약의 부착량은 지면에서 20 cm의 높이에서 1.81 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$, 140 cm의 높이에서 1.89 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ 로 차이가 없었다(Table 4). 또한 같은 간격으로 중첩되게 설치한 여과지의 procymidone 부착량도 비록 위치가 지면에 가까울수록 다소 증가하는 경향을 보였으나, 위치간에 큰 차이를 보이지 않아서 Nutahara 등⁶⁾의 보고와 유사하였다.

Table 4. Deposition of procymidone at various level of height from the floor

Height from the floor(cm)	Procymidone deposit ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$)		
	Unoverlapped ^{a)}	Overlapped ^{a)}	Overlapped ^{b)}
20	1.81	1.70	
40	1.82	1.71	1.63
50		1.56	
60	1.83	1.68	1.67
70		1.64	
80	1.82	1.63	1.61
90		1.59	
100	1.86	1.59	1.57
120	1.90	1.61	
140	1.89	1.58	
Average	1.85	1.64	1.61

*Distance between upper and lower paper: ^{a)}20 cm, ^{b)}10 cm

Table 5. Distribution of procymidone in vinyl house depending on the application rate of smoke generator

Position	Procymidone deposit ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$)		
	0.06 g SG	0.12 g SG	0.18 g SG
Filter paper at 50 cm height	0.560	1.224	1.878
Floor	0.543	1.098	1.696
Vinyl wall	0.096	0.183	0.188
Vinyl ceiling	0.074	0.112	0.127

Table 6. Distribution of procymidone in vinyl house depending on the number of artificial cucumber plants

Position	Procymidone deposit ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$)		
	1 plant	2 plants	3 plants
Filter paper at 50 cm height	1.49	1.16	0.951
Floor	1.27	0.995	0.875
Vinyl wall	0.184	0.221	0.185
Vinyl ceiling	0.116	0.149	0.116

그러나 상하 20 cm 간격으로 중첩되도록 설치한 여과지에의 부착량(1.64 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$)과 10 cm 간격으로 중첩되도록 설치한 여과지 부착량(1.61 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$)은 와권형으로 설치하여 서로 중첩되지 않았던 여과지에의 부착량(1.85 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$)보다 작아서 13%의 차폐효과를 보였다. 또한 10 cm 간격이나 20 cm 간격으로 설치한 여과지에의 부착량 간에는 차이가 없어 엇간 간격이 작아 짐으로써 일어나는 차폐효과의 증가는 보이지 않았다.

비닐하우스 내 훈연제 처리량과 모조오이 수에 따른 procymidone 부착량. 비닐하우스(약 1.14 m³) 내에 모조오이를 2주 설치하고, 훈연제 처리량을 점차 증가시켰을 때(Table 5) 훈연제 2배량 처리에서는 훈연제 1배량 처리에 비해 비닐 벽면과 비닐 지붕에의 procymidone 부착량이 비례적으로 증가하였으나 3배량에서는 증가하지 않았다. 반면에 모조오이에 대한 부착량은 훈연제 처리량의 증가에 따라서 계속 비례적으로 증가하였다.

훈연제 처리량을 일정하게 하였을 때 비닐하우스 내에 넣은 모조오이의 수가 증가함에 따라서 각 부위의 procymidone 부착량은 서로 다르게 변화하였다(Table 6). 비닐벽과 비닐 천정

에 부착된 양은 비교적 일정하였으나, 모조오이의 부착량은 모조오이가 1주일 때(총 엽면적 4,000 cm²)의 부착량에 비해 모조오이의 엽면적이 2배로 증가한 2주구에서 약 22% 감소하였고, 3주구에서는 약 36% 감소하였다. 이러한 모조오이의 procymidone 부착량 변화는 식 1과 같이 비닐 면을 제외한 총 수평면적, 즉 총 엽면적과 비닐하우스 내 지면 면적의 합의 증가에 정확하게 반비례하였다.

$$C_n = C_1(A_e + L_1)/(A_e + L_m) \quad (1)$$

여기에서 C_n 은 다주구(多株區) 모조오이의 부착량($\mu\text{g}/\text{cm}^2$), C_1 은 1주구 모조오이의 부착량($\mu\text{g}/\text{cm}^2$), A_e 는 비닐하우스 내 지면 면적(10,000 cm²), L_1 은 1주구 총 엽면적, L_m 은 다주구 총 엽면적이다.

비닐하우스에서 오이를 재배할 때 권장 재식 밀도⁸⁾는 2.5주/m²이므로, 2주구를 기준으로 하여 procymidone의 엽면 부착량의 변화를 산출하면 1주구에서는 28%가 증가하였으며, 3주구에서는 18%가 감소하였다. 이는 内野一成³⁾이 기술했던 바 '2m의 높이보다 낮은 하우스나 작물의 생육초기에는 훈연제 처리량을 2할 내지 3할 줄이고, 2m보다 높은 하우스나 작물의 생육 후기에는 훈연제 처리량을 2할 증량'하는 것과 잘 일치하였다.

비닐하우스 내에 모조오이를 3주 넣고 procymidone 훈연제를 0.12 g 처리한 시험 결과로부터 비닐하우스 내 총 유효성분 부착량을 산출하고 각 부위별 procymidone의 부착 비율을 산출하였을 때 모조오이 잎에 부착된 농약량은 39.5%, 지면 부착량은 30.3%, 벽면과 천정의 비닐에 부착된 양은 30.2%였다. 반면에 모조오이를 2주와 1주 넣은 시험구에서 모조오이 잎에 부착된 총 농약량은 각각 비닐하우스 내 총 유효성분 부착량의 31.4%와 21.9%로 급격히 감소하였다. 따라서 비닐하우스에서는 오이의 재식 밀도가 높을수록, 오이의 생육이 진전될수록 농약이 부착될 수 있는 총 표면적이 증가하고, 이에 따라 훈연된 농약의 엽면 부착 비율은 크게 증가하는 것으로 나타났다.

이와 같은 실험 결과를 감안할 때 procymidone과 같이 증기

압이 낮은 농약은 훈연처리에 의한 잎 이면의 농약 부착량이 극히 적으므로, 침투 이행성이나 엽육 이행성(translaminar activity)이 매우 큰 농약 외에는 잎 이면에 주로 발생하거나 서식하는 병해충에 대해서는 방제 효과가 저조할 것으로 예측되었다. 또한 작물 잎의 고저(高低)나 증척도는 훈연된 농약 입자의 부착에 큰 영향을 미치지 않았으므로 훈연제의 방제력에 미치는 영향도 미약할 것으로 추정되었다. 일반적으로 작물의 생육이 진전됨에 따라서 잎의 수와 엽면적은 지속적으로 증가한다. 반면에 훈연된 농약 입자의 단위 엽면적당 부착량은 잎의 총 수평 투영 면적과 하우스 내의 지면 면적의 합에 반비례하였다. 그러므로 실제 작물이 생육중인 비닐하우스에서 작물의 생육시기에 따라서 훈연제 처리량을 조절할 경우 생육중기의 처리량을 기준으로 하여 25% 내외의 양을 가감하는 것이 합리적일 것이다.

참고문헌

1. 内野一成 (1968) 하우스くん煙劑の物理性. *植物防疫* 22(8), 345-348.
2. 上島俊治 (1977) 施設栽培における薬劑施用. *植物防疫* 31(3), 101-106.
3. 内野一成 (1971) 하우스における農薬のくん煙法. *植物防疫* 25(3), 109-112.
4. 山本公昭, 奴田原誠克, 坂本信行 (1974) 하우스栽培の果菜類におけるDDVPの残留. *農業および園藝* 49, 1518-1522.
5. Lockhart, C. L. and Eaves, C. A. (1962) An evaluation of captan smoke generators for controlling rots in stored tomatoes. *Can. J. Pl. Sci.* 42, 294-301.
6. Nutahara, M. and Ichihara, M. (1985) Diffusion and depositions of agricultural chemicals applied by labor saving apparatus in a greenhouse. *Bull. Kochi Inst. Agr. & Forest Sci.* 17, 1-6.
7. Hiramatsu, R. (1990) Corroborative study of pesticide behavior on crops and in the environment. *Special Bulletin of the Yamaguchi Agricultural Experiment Station* 30, 1-23.
8. Lee, K. (1984) In *Chaiso-Sisul-Jaebae*, pp. 197-222, Sunjin Munwhasa.

Distribution of Procymidone in a Small Vinyl House after Application of Smoke Generator

Ju-Hyun Yu*, He-Kyoung Lim, Joung-Han Kim¹ and Kwang-Yun Cho(Agrochemical Screening Team, Korea Research Institute of Chemical Technology, Daejeon 305-343, Korea; ¹School of Agricultural Biotechnology, Seoul National University, Suwon 441-744, Korea)

Abstract: The distribution of procymidone in a small vinyl house containing cucumber plants or mimic plants was investigated after application of smoke generator. The deposition of procymidone on glass plate and filter paper was significantly similar to that on cucumber leaves, so that glass plate and filter paper could be substituted for cucumber leaves on deposition studies. The deposition of procymidone was proportional to the horizontally projected area of surface; the deposition on the horizontal surface was maximal, and the deposition was minimal for the perpendicular surface. The amount of deposition on the backside of leaf was less than 5% compared to that on the horizontal surface of leaf. The height of leaf from the floor was not a significant factor influencing on the deposition of procymidone whether leaves were overlapped or not. However, the deposition of procymidone on the overlapped leaves was relatively less than that on the unoverlapped leaves. And the deposition difference depending on the distance between leaves was not observable. Overall, the deposition of procymidone was proportionally increased with the application rate of smoke generator, but the deposition was inversely related to the sum of the total horizontal leaf area of mimic plants and the surface area of floor.

Key words: smoke generator, procymidone, vinyl house, distribution, deposition

*Corresponding author