

인삼재배를 위한 차광조건이 인삼의 생육과 토양 중 Procymidone의 잔류에 미치는 영향

김효근¹⁾ · 이규승*

한국인삼연초연구원 연구기획부¹⁾ · 충남대학교 농화학과*

(2001년 11월 27일 접수, 2002년 1월 9일 수리)

Effect of Coverings on the Growth of Ginseng and the Persistency of Procymidone in Growing Soils

Hyo-Kun Kim and Kyu-Seung Lee (¹⁾Korea Ginseng and Tobacco Research Institute, Daejeon 305-345, Korea, *College of Agri., Chungnam National Univ., Daejeon 305-764, Korea)

Abstract : Ginseng (*Panax ginseng* C. A. Meyer) has been cultivated on raised beds with shading condition for 4 to 6 years because of its physiological characteristics. This shading condition maintains relatively stable soil environments protecting from rainfall and direct sunlight. Therefore, pesticides in ginseng growing soil are exposed to far different environment from the general cropping field. To study the behavior of pesticides under this condition, the effect of covering on the persistency of Procymidone in ginseng cultivating soil was investigated by using several shade materials. The most important factor affecting Procymidone persistency in soil under covering was water leakage rates of shade materials.

Key words : ginseng, procymidone, persistency, shading material

서 론

인삼 (人蔘 : *Panax ginseng* C. A. Meyer)은 오갈피나무과 (五加科 : *Araliaceae*) 人蔘屬 (*Panax*)에 속하는 多年生 草本類로 한방에서 그 뿌리를 보혈강장제로 널리 이용하는 약용식물이다¹⁾. 인삼은 재배하기 매우 힘들며 파종에서 수확까지 4~6년이 소요되는 다년생 식물이고, 일반 작물과는 달리 직사광선을 싫어하는 반음지 식물로서 해가림(日覆)을 가설하여 그늘에서 재배한다.

인삼재배용 日覆材料로서는 전통적으로 볏짚을 엮어 만든 이엉을 사용하여 왔으나 이엉 폭의 크기와 불균일성으로 인해 인삼의 受光량이 행간의 위치에 따라 달라져 생육이 균일하지 않고, 재료인 볏짚의 구둑난 및 가격 상승, 볏짚이영의 내구성 낮기 때문에 농가에서 매년 부담해야 하는 보수비 부담 등의 이유로 근래에는 폭이 4 mm이고 두께가 850 denier 정도인 고밀도 폴리

에틸렌 필름으로 織造한 차광망을 일복재료로 사용하게 되었다^{2,3)}. 그러나 초기에 인삼 재배농가들에 보급된 차광망은 흑색의 3겹으로 직조된 망 (3중직)이었는데 여름철 일복시설내의 온도상승과 장마기의 심한 누수현상을 보여 인삼의 병 발생 증가 및 조기 낙엽 등의 문제점들을 유발하였으므로⁴⁾, 최근에는 목 등^{5,6)}의 연구와 개선에 의해 청색 3겹+흑색 1겹으로 織造된 4중직 차광망이 개발되어 널리 보급되고 있다. 한편 토양이 過濕할 경우 차광망의 漏水현상을 완전히 막기 위하여 비닐 필름이나 차광지를 1겹씩, 그리고 여름철에 기온이 높은 지역에서 발생 가능한 고온에 따른 생리장해를 방지하기 위해 차광망의 안쪽에 볏짚으로 짠 얇은 꺼치를 1겹씩 추가로 설치하기도 한다.

농약 화합물의 토양중 머무름, 변환, 이동 및 이에 따른 식물체로의 흡수는 기상조건 및 토양의 특성에 크게 영향을 받는다⁷⁾. 인삼 재배과정에 있어서 해가림시설의 존재는 재배토양의 지온을 낮출 뿐만 아니라 강우시 지표면에 도달하는 빗물의 양과 강도를 현저하게 감소시키므로 토양 중 농약의 분해 및 이동과정들이 제한될 것으로 추측할 수 있다. 따라서 인삼 재배토양 중 농약들의

*연락처:

Tel : +82-42-821-6735 Fax : +82-42-822-5781

E-mail : kslee@cuvic.chungnam.ac.kr

거취양상은 일반작물 재배토양에 비해 크게 달라지리라 예상되지만 시험포장 확보의 어려움과 고비용 등으로 인해 이에 관한 체계적인 연구결과가 보고되어 있지 않다.

이에 본 연구에서는 높은 잔류성으로 인해 인삼재배시 사용이 전면적으로 금지된 바 있는 살균제 Procymidone을 공시약제로 하여, 인삼재배용 차광재료들이 토양중 농약의 잔류행태에 미치는 영향을 구명함으로써 청정인삼 생산을 위한 기초자료를 마련코자 하였다.

재료 및 방법

供試土壤의 이화학성

본 연구에 사용한 인삼 재배토양은 한국인삼연초연구원 수원 시험장에서 인삼표준경작법에 따라 경작중인 각 年生別 포장으로부터 채취하여 각 토양의 이화학적 특성을 측정하였다.

供試圃場 및 차광조건

1996년 2년근 포장 (Table 1)에 Table 2와 같이 여러 차광재료를 供試하여 다양한 차광조건을 설정하였다. 차광시설은 後柱連結式⁹⁾ (前柱높이 180 cm, 後柱높이 100 cm, 폭 170 cm)으로 가설하였는데, 유리판을 제외한 다른 차광재료들은 5월초에, 유리판은 4월말경 인삼 지상부가 出芽 및 展葉된 후에도 계속 노지상태를 유지하다가 약제처리 10일전 (7월 8일)에 각각 설치하였다. 반복 처리구들은 난괴법으로 배치하되, 노지 및 유리일복 처리구는 설치상 문제를 고려하여 동일 集區에 모두 배치하였다.

藥劑處理 및 氣象要因 측정

스미렉스 수화제 (50%) 150 g을 물에 1,000배로 희석후 동력 분무기를 사용하여 '96년 7월 18일 차광조건 실험포장에 골고루 살포하였으며 처리면적은 시험포장 84 칸을 포함한 96 칸이었다. 실험기간중 병해충 방제는 표준인삼경작법에 따랐고 除草작업은 手作業을 통하여 실시하였다.

Table 1. Physical and chemical properties of the soils (Year:1997)

Years of cultivation	Soil texture	Soil particle distribution(%)			pH ^c	Organic matter (%)	CEC (cmol ⁺ /kg)
		Sand	Silt	Clay			
3	L	35	45	20	5.6	0.8	11.5

^a Each figure in this column represents age of ginseng.

^b L:loam.

^c Soil:H₂O=1:5 (w/w).

日覆施設內 地溫은 처리구별로 온도계를 토양 10 cm 깊이로 2~3개 지점에 설치하고 매일 오후 2시경 측정하였다. 降雨時 漏水率은 內徑이 12 cm인 1 L 비이커를 처리구별로 2~3개 지점에 설치하고 降雨時 露地區의 集水量을 기준으로 환산하였으며, 평균누수율은 조사기간중 매 강우시의 누수율을 합해서 강우횟수로 나누어 산출하였다. 차광조건별 토양의 water potential 변화는 각 처리구별로 tensiometer를 10 cm 깊이로 2개씩 설치하고서 TENSIMETER (SMS CO.)를 사용하여 온도측정시에 함께 측정하였다. 차광시설내의 透光率은 照度計를 사용하여 15일 간격으로 맑은 날 오후 2시에 측정하고 露地區의 측정치를 기준으로 환산하였다.

토양시료 채취 및 분석

Procymidone의 잔류분석을 위한 토양시료 채취는 약제처리 후 0, 18, 30, 60, 90, 120일에 각각 실시하였다. 토양은 표토 (10 cm)를 內徑 22 mm의 토양시료 채취기로 12곳 이상의 지점에서 채취하여 수분함량을 측정하고⁹⁾, 2 mm 체를 통과시킨 후 비닐백에 넣어 -32℃로 유지된 냉동고에 보관하면서 분석하였다. 토양중 Procymidone의 잔류분석은 Walker¹⁰⁾ 및 Slade¹¹⁾의 방법을 약간 변경해서 실시하였다. 토양 30 g (fresh wt. basis)을 250 mL 삼각플라스크에 칭량하고 acetone 50 mL 및 toluene 10 mL를 가한 후 Wrist action shaker에서 1시간 동안 진탕하였다. 추출물을 모두 원심분리기 튜브에 옮기고 3,000 rpm (1,400 g)에서 10분간 원심분리 후 깨끗한 상정액 30 mL를 취하여 40℃에서 감압 농축하였다. Ethyl acetate 20 mL를 사용하여 농축물을 250 mL 분액여두로 옮긴 후 5% (w/w) sodium sulfate 수용액 50 mL를 가하고 1분간 흔들어 정치하여 ethyl acetate층을 분리시켜 이를 모아 농축하였다. 농축물을 ethyl acetate를 사용하여 5 mL로 부피를 맞춘 다음 GLC에 주입, 분석하였다. 회수율 시험은 표준용

Table 2. Coverings and shade material used in the ginseng field

Coverings	Shade material	Area (unit ^a :1.62 m ²)
Bare	None	6=3×2 replicates
Glass	Glass plate (transparent, 5 mm thick)	6=3×2 replicates
Thatch	Rice straw	18=6×3 replicates
Shade cloth (P.E.-black)	Woven polyethylene cloth (black, threefold)	18=6×3 replicates
Shade cloth (P.E.-blue)	Woven polyethylene cloth (blue, fourfold)	18=6×3 replicates
Combination	Blue P.E. cloth + plastic film + rice straw thatch	18=6×3 replicates

^a 1.62 m² = 90 cm × 180 cm : Kan

Table 3. GLC operating parameters for the analysis of Procymidone

Instrument	: Varian GC 3400 with Waters 746 Data Module
Column	: DB-5ms(30 m×0.53 mm I.D, 0.5 um film thickness) fused silica capillary column
Detector	: Thermionic Specific Detector (NPD)
Temperature	: Injection port ; 250°C Column ; hold at 140°C(1 min) and programmed to 240°C at 4°C/min, hold at 240°C for 4 min. Detector ; 280°C
Gas flow rate	: Carrier (He) ; 5 mL/min Make-up (N ₂) ; 25 mL/min Fuel (H ₂) ; 4.3 mL/min Fuel (Air) ; 175 mL/min
Bead heating current	: 3.00 A
Chart speed	: 5 mm/min
Injection volume	: 1 uL

액을 가하여 0.2, 1.0, 2.0 ug/g의 농도수준에서 각각 2반복으로 실시하였다. GLC에 의한 분석조건은 Table 3과 같았다. 이 조건 하에서 Procymidone의 머무름시간은 22분정도였다.

결과 및 고찰

실험기간중 기상변화

포장실험 기간중 강우량, 최저온도 및 최고온도 변화는 Fig. 1과 같았으며, 약제처리 이후에 장마가 지속되다가 7월 하순(약제 처리후 12일)경 장마가 그치면서 고온현상이 지속되는 경향을 보였다.

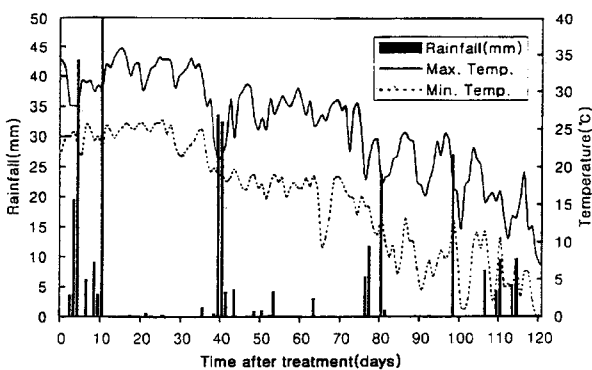


Fig. 1. Meteorological changes during the field experiment period(Year:1996).

Table 4. Difference of climatic factors under several coverings

Coverings	Soil temp. (°C)	Light transm. (%)	Water leakage (%)
Bare	20.8	100.0	100.0
Glass	22.0	68.0	0
Thatch	19.6	8.6	8.1
P.E.-black	18.9	6.9	6.2
P.E.-blue	19.6	7.4	1.8
Combination	19.2	6.3	0

Period : 1996. 7. 18. ~ 1996. 11. 15.

차광조건별 환경요인들의 변화

각 차광조건하에서의 지온, 투광율, 누수율의 평균값을 조사한 결과는 Table 4와 같았다.

차광조건별 지온은 측정온도계를 토양 10 cm 깊이로 설치하였으므로 차광재료들간에 뚜렷한 차이는 없었으나 투광율이 높은 노지, 유리일복구에서 높고 나머지 처리구들에서는 이보다 낮았는데 차이는 크지 않았다. 투광율은 햇빛의 光度가 높은 여름에는 낮았으며 가을에 접어들면서 햇빛의 光度가 낮아질수록 높아지는 경향을 보였으나, 일복시설내의 光度는 감소하는 경향이였다. 차광조건별 누수율은 강우량이 많을 경우 높고, 적을 경우에는 낮은 경향이였으며, 따라서 매 강우시의 누수율을 합하여 구한 평균 누수율은 일정량의 강우 또는 인공강우를 통하여 조사된 값들보다 대체로 낮은 수준을 보여 주었다.

차광조건별 누수율에 따라 토양의 water potential은 큰 변화를 보일 것으로 예상되며, 실험기간 중 토양 water potential의 변화를 조사한 결과는 Fig. 2와 같았다.

노지, 벚짚일복구에서는 토양 water potential의 經時的 변화 폭이 큰 반면, 다른 구들에서는 작은 경향이였으며, 이로부터 차광조건의 누수율이 토양 water potential의 변화에 큰 영향을 미친다는 사실을 확인할 수 있었다. 조사기간중 증발로 인해 토양 수분함량의 변화가 크리라 예상된 노지, 유리, 벚짚일복 처리구의 경우, 토양 water potential은 >900 mbar 상태를 유지하였으며, 인삼 뿌리부위 중 수분장력이 가장 약한 미세뿌리의 위조점이 -1,300 mbar^압을 감안할 때, 이들 처리구에서 수분부족으로 인한 생육장애는 발생하지 않았다고 판단되었다. 한편 혼합일복 처리구의 경우, 강우시 누수는 없었으나 이랑을 통한 두둑으로의 수분흡수 및 낮은 증발량으로 인해 >800 mbar 상태를 유지하였다.

차광조건별 인삼의 생육

약제 처리후 차광조건별 인삼 지상부 및 지하부위의 생육변화

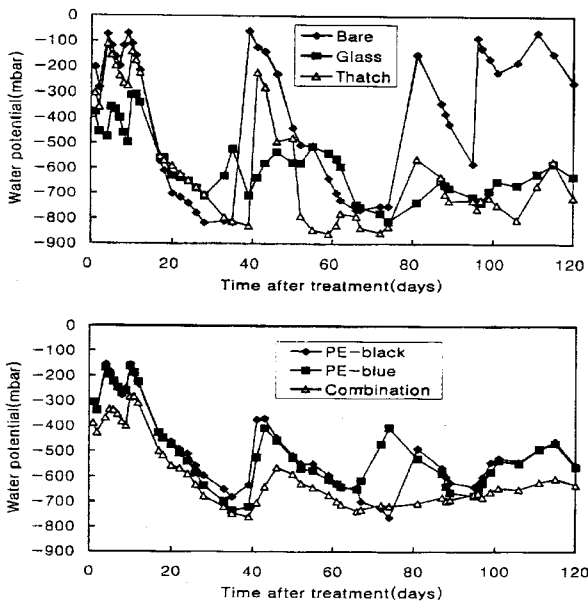


Fig. 2. Difference of soil water potential under several coverings (Period : 1996. 7. 18. ~ 1996. 11. 15.).

는 Table 5, 6과 같았다. 볏짚, 흑·청색차광망 및 혼합일복 처리구에서는 8월 중순까지 지상부 무게가 약간 감소하다가 9월 중순에는 다소 증가하였으며 그 이후 낙엽기에 접어들면서 다시 감소하였다. 노지구 및 유리판 처리구는 묘삼이식 후 약제 처리일 부근까지 계속 직사광선을 받도록 일복을 설치하지 않았으므로 약제 처리시의 지상부 무게는 다른 처리구보다 약 30% 정도 적었으며 7월말부터 잎이 약간씩 고사되는 현상을 보이기 시작하였다. 약제처리 후에도 노지구의 지상부 무게는 직선적으로 감소하여 9월 중순 이후에 완전히 고사하였으며, 유리판 처리구는 노지구에 비해서는 서서히 고사되었으나 8월 중순경까지 무게가 감소하다가, 그 이후에는 무게변화를 보이지 않았다. 이러한 지상부의 생육경향들은 광도 및 지온 등의 기후요인과 반음지 식물이고 서늘한 환경을 좋아하는 인삼의 생리특성에서 기인하는 것으로 해석되었다.

이 등¹²⁾에 의하면 인삼 지상부의 생육은 年生에 관계없이 6월 중순까지 증가하다가 그 이후로 일정한 수준을 유지하며, 낙엽기가 가까워지면서 감소한다고 한다. 인삼뿌리부위의 생육변화는 지상부와는 다른 경향이었는데 (Table 6), 지상부의 생육과 마찬가지로 노지 및 유리판 처리구에서는 약제처리일을 기준으로 뿌리의 생육은 다른 처리구들의 약 70%에 불과하였다.

인삼은 多年生 식물로서 생육이 느리고, 이에 따라 농약의 흡수도 서서히 일어나는 양상을 보이므로 장기간에 걸친 Procymidone의 잔류양상을 관찰하기 위해 약제 처리년도 이듬해 (3年生)에도 시료를 계속 채취, 분석하였으며 채취된 시료들의 생육을 조사한 결과 Table 7과 같았다.

Table 5. Effect of shade material on shoot growth of *Panax ginseng*^a

Shade material	Days ^b				
	0 (7/18)	18 (8/5)	30 (8/17)	60 (9/16)	90 (10/16)
Bare	1.37±0.24	1.38±0.43	1.08±0.28	0.90±0.36	^c
Glass	1.33±0.35	1.54±0.42	1.11±0.45	1.21±0.46	1.21±0.35
Thatch	1.89±0.68	1.72±0.40	1.73±0.37	1.86±0.58	1.46±0.58
P.E.-black	2.13±0.31	1.52±0.52	1.65±0.59	1.52±0.46	1.32±0.46
P.E.-blue	2.00±0.50	1.78±0.87	1.67±0.48	1.64±0.45	1.18±0.36
Combination	2.03±0.40	1.55±0.45	1.33±0.39	1.63±0.57	1.34±0.52

^a Mean±Standard deviation (n=15), fresh wt., g.

^b Days after Procymidone treatment, and date of sampling in parentheses.

^c Defoliated at this time.

Table 6. Effect of shade material on root growth of *Panax ginseng*^a

Shade material	Days ^b					
	0 (7/18)	18 (8/5)	30 (8/17)	60 (9/16)	90 (10/16)	120 (11/15)
Bare	2.22±0.72	2.71±1.06	2.70±0.68	2.69±0.68	3.25±1.07	2.99±0.47
Glass	2.61±1.06	3.25±1.04	2.85±0.88	3.98±0.95	4.39±1.31	3.35±0.75
Thatch	3.52±1.23	4.21±0.89	4.33±0.71	6.17±1.45	5.55±1.58	6.45±2.01
P.E.-black	3.52±0.78	3.35±1.20	4.06±0.95	4.92±1.26	6.51±1.69	6.59±2.06
P.E.-blue	3.44±0.85	3.77±1.82	4.09±1.05	4.91±1.42	5.99±2.18	5.38±1.83
Combination	3.83±1.12	3.43±1.26	3.46±0.90	5.17±1.45	4.86±1.34	5.26±1.93

^a Mean±Standard deviation (n=15), fresh wt., g.

^b Days after Procymidone treatment, and date of sampling in parentheses.

2年生 생육기간중 Procymidone을 살포한 각 처리구 인삼의 생육은 이듬해 3年生이 되어서도 2年生과 유사한 경향을 보였으나, 노지 및 유리판 처리구를 제외한 나머지 처리구들에 있어서는 2年生 때보다 더욱 생육이 비슷해지는 양상이었다. 6월초 각 처리구에서 뿌리의 무게가 줄어든 이유는 새로운 지상부의 發芽, 展葉과정에 뿌리저장 양분들이 소모되었기 때문이며, 이러한 뿌리무게의 감소는 乾物重 기준으로 年生에 따라 22~41%에 이른다고 한다¹²⁾.

Table 7. Effect of shade material on the growth of *Panax ginseng* in the year after Procymidone treatment^a

Shade material	Ginseng	Days ^b		
		260 (1997/4/4)	320 (1997/6/3)	400 (1997/8/23)
Bare	Shoot	- ^c	2.12±1.03	1.95±0.84
	Root	3.04±1.24	2.31±0.93	5.78±1.41
Glass	Shoot	-	3.81±1.83	1.69±0.92
	Root	3.25±0.84	3.34±1.35	7.50±2.58
Thatch	Shoot	-	6.65±1.95	7.55±3.62
	Root	6.67±2.08	5.48±1.86	18.83±5.55
P.E.-black	Shoot	-	6.16±2.32	7.31±2.68
	Root	6.76±1.05	4.09±1.20	17.02±5.38
P.E.-blue	Shoot	-	5.16±2.42	6.80±2.96
	Root	5.11±1.87	4.37±1.73	16.42±5.80
Combination	Shoot	-	6.45±2.05	7.85±3.46
	Root	5.40±1.37	4.77±1.39	17.62±8.31

^a Mean±Standard deviation (n=15), fresh wt., g.

^b Days after Procymidone treatment, and date of sampling in parentheses.

^c No shoot at this time.

차광조건별 토양중 Procymidone의 잔류변화

약제처리후 경과시기별로 10 cm 깊이로 토양을 채취, Procymidone 잔류농도 변화를 측정된 결과는 Table 8과 같았다.

약제처리 직후에 토양시료를 채취하여 Procymidone 잔류농도를 측정된 결과, 잔류농도 범위는 1.93~6.56 ug/g이었으며 이는 포장조건, 약제살포시 오차등에서 기인하는 것으로 생각되었다. 모든 차광조건하에서 Procymidone의 잔류수준은 처리와 무관하게 초기에 빨리 감소되었으며, 이는 약제처리 직후의 휘산 등이 주로 작용한 결과로 보인다. 차광조건에 따라 Procymidone의 잔류양상은 크게 변화하여 혼합일복조건에서의 감소속도가 가장 느린 반면, 노지조건에서 가장 빨랐다.

시기별 잔류수준의 변화를 차광조건별로 정량적으로 비교하기 위해, 각 처리조건별로 토양잔류농도 변화에 대한 지수회귀식을 구하고 이를 이용하여 Procymidone의 토양중 잔류반감기를 구하였다. 지수회귀식을 통하여 구한 차광조건별 Procymidone의 토양잔류 반감기는 혼합일복>유리일복>흑색차광망≈청색차광망>벚꽃일복>노지 순이었다 (Table 9). 노지구 토양중의 Procymidone은 표층토양 또는 구성분과의 흡착된 상태에서 강우시 표토와 함께 유실 (run off)되므로 감소속도가 빨랐으며, 배수성 및 통기성을 좋게 하기 위해 두둑을 만들어 인삼을 재배하고, 실험포장이

Table 8. Persistency of Procymidone in the ginseng cultivated soil affected by shade material^a

Shade material	Days ^b					
	0 (7/18)	18 (8/5)	30 (8/17)	60 (9/16)	90 (10/16)	120 (11/15)
Bare	2.10	0.68	0.47	0.23	0.34	0.15
Glass	6.56	4.44	4.01	3.15	2.77	2.93
Thatch	3.16	1.37	0.79	0.91	0.84	0.87
P.E-black	2.69	1.34	1.13	1.15	0.74	0.86
P.E-blue	4.99	2.92	2.52	1.23	1.64	1.92
Combination	1.93	1.50	1.49	1.33	1.32	1.09

^a ug/g, dry weight basis, mean of duplicate samples

^b Days after Procymidone treatment, and date of sampling in parentheses.

Table 9. Effect of shade material on the half-life of Procymidone residue in ginseng cultivated soil

Shade material	Reg. equation	Cor. Coef.(r)	Half-life(day)
Bare	ln y=0.174-0.018 x	-0.895 ^b	7
Glass	ln y=1.649-6.104×10 ⁻³ x	-0.894 ^b	76
Thatch	ln y=0.642-8.852×10 ⁻³ x	-0.734 ^a	21
P.E-black	ln y=0.574-7.692×10 ⁻³ x	-0.831 ^a	36
P.E-blue	ln y=1.203-7.345×10 ⁻³ x	-0.725 ^a	39
Combination	ln y=0.527-3.503×10 ⁻³ x	-0.912 ^b	161

^a, ^b : Significant at P = 0.05, 0.01.

2년생 포장이었으므로 토양의 구조가 다져지지 않은 탓에 토양유실로 인한 Procymidone의 감소가 가속화된 결과로 해석되었다. 정 등¹³⁾에 의하면 1977~1982년 사이에 측정된 우리나라 노지토양의 연평균 유실율은 12.8%였으며, 노지구 토양의 인삼에 의한 피복도가 아주 낮고 약제처리 후 강우가 집중되었으므로 강우에 의한 표층토 유실이 중요한 요인임을 추정할 수 있었다. 반면 유리일복 조건에서는 강우시 누수가 없었으므로, 토양유실로 인한 잔류량감소는 全無하였고 휘산과정도 토양이 건조하였으므로 온도가 높았으나 흡착의 증가로 인해 벚꽃 및 차광망일복하의 토양에서보다 느리게 진행되었다고 생각되었다. 또한 Procymidone은 광분해에 대해 안정한 화합물인 점도 큰 요인으로 작용한 것으로 판단되었다. Mikami 등¹⁴⁾은 자연광 및 암실조건에 노출시킨 Procymidone 수용액의 농도변화는 비슷한 경향을 보였다고 하였다. 강우시 누수현상이 나타난 벚꽃 및 차광망일복하에서는 휘산이 중요한 감소과정으로 생각되며 햇빛, 강우시의 누수등이 모두

차단된 혼합일복 조건에서는 잔류성이 가장 높고, 계산된 반감기는 25°C에서 행한 실내시험 반감기에 비교될 만큼 길어졌다. Edwards¹⁵⁾에 의하면 강우는 농약을 용탈시켜 消失을 촉진하며 수분이 많은 토양에서는 토양에 의한 흡착정도가 감소되어 농약의 이동성이 높아진다고 한다. 반면에 건조한 토양에서는 흡착이 증가하여 휘산에 의한 농약소실이 감소되며, 수분에 의하여 탈착되기 전까지는 inactive form으로 토양에 결합되어 있다고 보고되었다. Hurle 등¹⁶⁾은 건조한 토양보다 적정수분이 존재하는 토양에서 농약의 잔류성이 감소한다고 하였으며, 토양온도의 저하는 토양중 농약의 생물학적 및 비생물학적 분해과정을 제한하여 잔류성을 증대시킨다고 보고하였다. 토양중 농약의 분해에 중요한 역할을 하는 미생물의 밀도변화는 차광조건에 따라 차이를 보였으나 처리구별 Procymidone의 消失樣相과는 깊은 관련이 없었다.

위의 결과로부터 인삼재배를 위한 차광시설의 존재는 토양중 Procymidone의 잔류성을 현저하게 증가시킨다는 사실을 알 수 있으며 농약의 토양중 잔류성을 감소시키는 측면에서만 고려할 때, 가능한한 강우시 누수율을 높이는 차광재료들을 사용함이 바람직할 것으로 생각되었다.

약제처리 後年度 (1997년, 3年生)에서의 잔류양상

越冬後 (1997/4/4) 토양중 Procymidone의 잔류농도는 越冬前 (1996/11/18)과 비슷하였고 약제처리 다음 해의 토양중 전체적인 잔류농도 감소는 약제처리 당해연도 (1996년)보다 훨씬 느리게 진행되는 경향을 보였다. 이러한 잔류경향은 다른 약제들의 경우에도 보고되었는데, Suett¹⁷⁾은 월동기간중 10 cm 깊이 토양의 온도가

평균기온보다 6~7°C 낮아서 토양중 diazinon을 비롯한 유기인계 살충제들의 잔류변화가 거의 없었다고 하였고, 이러한 경향은 다른 약제들에 대한 실험을 통해서도 공통적으로 확인되었다¹⁸⁾.

요 약

본 실험에서는 음식식물인 인삼의 재배에 필요한 차광조건이 토양 중 Procymidone의 잔류성에 미치는 영향을 연구하였다. 이를 위해서 몇 가지 차광재료들을 사용하여 여러 가지 차광조건을 만들고서, 각 차광조건에서의 토양 중 Procymidone의 잔류성을 조사하였다. 여러 차광재료들을 인삼포장에 가설하여 만든 다양한 차광조건하에서 토양 중 Procymidone의 반감기는 차광재료에 따라 큰 차이를 보였으며, 혼합일복 (161일)>유리 (76일)>청색차광망 (39일)~흑색차광망 (36일)>벚꽃일복 (21일)>노지 (7일) 순이었고, 이러한 토양 중 잔류성의 변화는 각 차광재료들의 누수율과 깊은 관련이 있는 것으로 해석할 수 있었다. 이러한 결과로부터 인삼재배를 위한 차광시설의 존재는 토양 중 Procymidone의 잔류성을 현저하게 증가시킨다는 사실을 알 수 있으며 농약의 토양 중 잔류성을 감소시키는 측면에서만 고려할 때, 강우시 가능한한 누수율을 증대시키는 차광재료들을 사용함이 바람직하다고 생각된다. 토양 중 Procymidone의 잔류반감기는 차광재료들에 따라 큰 차이를 보였으며, 이는 각 차광재료들의 누수율과 깊은 관련이 있는 것으로 해석할 수 있었다.

참 고 문 헌

1. 한국인삼연초연구원 (1993) 고려인삼, p.288
2. 천성기 (1989) 광량 및 광질이 고려인삼의 생육과 품질에 미치는 영향, 경북대학교 박사학위 논문.
3. 목성균, 천성기, 이성식, 신동양, 이장은 (1984) 인삼의 최적환경조성 및 해가림 자재 개발연구, 인삼연구보고서(재배분야), 한국인삼연초연구소.
4. 김영호, 유연현, 조대휘, 오승환 (1990) 해가림 종류가 인삼 점무늬병 발생과 수량에 미치는 영향, 한국식물병리학회지, 6(1), 42-50.
5. 목성균, 천성기, 이태수 (1990) 인삼의 재배환경조건 개선 및 생력재배연구, 인삼연구보고서(재배분야), 한국인삼연초연구소, p.341-431.
6. 목성균, 천성기, 이성식, 이태수 (1994) 해가림 피복물의 색상이 고려인삼의 생육 및 saponin함량에 미치는 영향, 고려인삼학회지, 18(3), 182-186.
7. Cheng, H. H. (1990) *Pesticides in the soil environment: Processes, Impacts, and Modeling*, Soil Science Society of America, Inc., WI, p.530
8. 한국인삼연초연구원 (1996) 최신고려인삼(재배편), p.355

Table 10. Procymidone concentration in ginseng cultivated soil affected by shade material in the year after Procymidone treatment (1997,3 year old)^a

Shade material	Days ^b		
	260 (1997/4/4)	320 (1997/6/3)	400 (1997/8/22)
Bare	0.12	0.11	<0.05
Glass	2.90	3.11	2.88
Thatch	0.88	0.76	0.81
P.E-black	0.59	0.65	0.47
P.E-blue	1.60	1.61	1.53
Combination	0.99	1.12	0.85

^a Mean of duplicate samples, dry wt. basis, ug/g.
^b Days after Procymidone treatment, and date of sampling in parentheses.

9. Hesse, P. R. (1972) *A textbook of soil chemical analysis*, Chemical Publishing Co., Inc., p.17
10. Walker, A. (1987) Further observations on the enhanced degradation of iprodione and vinclozolin in soil, *Pestic. Sci.* 21, 219-231.
11. Slade, E. A., Fullerton, R. A., Stewart, A. and Young H. (1992) Degradation of the dicarboximide fungicides iprodione, vinclozolin and Procyimidone in Patumahoe clay loam soil, New Zealand, *Pestic. Sci.* 35, 95-100.
12. 이종화외 7인 (1983) 인삼의 영양생리에 관한 연구, 인삼연구보고서(재배분야), 한국인삼연초연구소, p.15-40.
13. 정필균, 고문환, 엄기태 (1985) 토양유실량 예측을 위한 작부인자 검토, *한국토양비료학회지*, 18(1), 7-13.
14. Mikami, N., Imanishi, K., Yamada, H. and Miyamoto J. (1984) Photolysis and hydrolysis of the fungicide Procyimidone in water, *J. Pestic. Science*, 9, 223-228.
15. Edwards, C. A. (1966) Insecticide residues in soils, *Residue Review*, 13, 83-132.
16. Hurler, K. and A. Walker (1980) *Interactions between herbicides and the soil*, R. J. Hance, (Ed), Academic Press, London. p.83-122.
17. Suett, D. L. (1971) Persistence and degradation of chlorfenvinphos, diazinon, fonofos and phorate in soils and their uptake by carrots, *Pestic. Sci.* 2, 105-112.
18. Suett, D. L. (1975) Persistence and degradation of chlorfenvinphos, chlorempfos disulfoton, phorate and pirimiphos-ethyl following spring and late-summer soil application, *Pestic. Sci.* 6, 385-393.