

작물(오이, 딸기, 포도) 중 살균제 Fenhexamid의 잔류성에 대한 기체 크로마토그래피 분석

한성수[★] · 노석초 · 김원주 · 박필재 · 김일광[†]

[○]원광대학교 생명자원과학대학 농화학과

[†]원광대학교 자연과학대학 화학과

(2002. 8. 21 접수, 2002. 12. 20 승인)

Gas Chromatographic Analysis on the Residual of Fungicide Fenhexamid in Crops(Cucumber, Strawberry and Grape)

Seong-Soo Han[★], Seog-Cho Lo, Won-Ju Kim,
Pill-Jae Park and Il-Kwang Kim[†]

[○]Department of Agricultural Chemistry, Wonkwang University, Iksan, 570-749, Korea

[†]Department of Chemistry, Wonkwang University, Iksan, 570-749, Korea

(Received Aug. 21, 2002, Accepted Dec. 20, 2002)

요 약 : Hydroxyanilide계 살균제 fenhexamid의 작물 (오이, 딸기, 포도) 중 잔류량을 전자포획 검출기가 장착된 기체크로마토그래피를 이용하여 최적 분석조건을 설정하고, 처리시기별 잔류량을 구하였다. 각 시료를 blender로 마쇄 후 acetone으로 1차 추출 한 후 dichloromethane으로 2차 추출하였으며, silica gel이 충전된 plastic 컬럼에서 acetone:hexane (5:95, 15:85, v/v) 혼합액으로 분리하였다. 표준 검량선의 회귀방정식은 오이 $Y=312.40X+10.26$, 딸기 $Y=313.33X+5.54$, 포도 $Y=253.27X-2.23$ 이었으며, 각각 $R^2=0.9996$, $R^2=0.9998$, $R^2=0.9994$ 의 직선성을 나타내었다. 0.10 mg/L 과 0.40 mg/L의 표준시료 처리시 평균 회수율은 오이, 딸기, 포도 각각 94.8%, 88.1%, 93.7% 이었으며, 순수표준품의 검출한계는 0.01 mg/L이었다. 각 작물체의 잔류량은 0.01~0.58 mg/L 범위이었다.

Abstract : The optimum conditions for the residue analysis of hydroxyanilide fungicide fenhexamid on cucumber, strawberry and grape were investigated by gas chromatography equipped with electron capture detector (GC-ECD) and the residual amount was determined by sprayed days before harvest. Each samples were extracted with acetone, filtered and concentrated to 50 mL. The concentrated extracts were transferred to dichloromethane and then thoroughly concentrated. The concentrated phase was loaded on the filtration column stuffed with silica gel and purified with acetone:hexane (5:95, 15:85, v/v) mixed solvent. The regression equation and linearity of the standard calibration curves

★ Corresponding author

Phone : +82+(0)63-850-6678 Fax : +82+(0)63-850-6678

E-mail : seshan@wonkwang.ac.kr

between 0.05~2.00 ng were as follows : cucumber; $Y=312.40X+10.26$, $R^2=0.9996$, strawberry; $Y=313.33X+5.54$, $R^2=0.9998$, grape; $Y=253.27X-2.23$, $R^2=0.9994$. From the standard additional experiments with 0.10 mg/L and 0.40 mg/L, the average recoveries of cucumber, strawberry and grape were 94.8%, 88.1% and 93.7%, respectively, and the detection limits were all the same as 0.01 mg/L. Residual amounts in crops were ranged from 0.01 to 0.58 mg/L.

Key words : fenhexamid, residue analysis, cucumber, strawberry, grape

1. 서 론

현대 농업에서 유기합성농약의 역할은 계속해서 발전하고 있으며, 작물보호와 환경정책이 어느 때보다 중요하다. 또한 세계의 소비자와 정부는 식품의 질과 안정성을 인지하게 되고, 사람들이 섭취할 음식에 대하여 선택해야 할 필요성을 느끼고 있다. 지난 반세기 이상 작물보호제의 수단으로 사용되었던 화학농약은 사용 후 식물과 환경구성 요소 중에 남게 되는 잔류성 문제로 일반사회의 지대한 관심거리로 떠오르고 있다.¹ 또한 1970년대에는 마침내 환경 중에서 장기간 잔류하는 화합물에 대한 사용금지 조치가 내려지게 되었다.² Cha 등³의 보고에 따르면 포도재배농가의 약 50%가 방제력의 존재를 인식하지 못하고 있어 결국 환경에 대한 압박, 농약의 남용과 그에 따른 영농비 증가로 이어질 수밖에 없다. 그러므로 신규 개발된 농약의 잔류성을 고려한 적절한 사용을 위하여 현장실험에 따른 약제처리방법 및 잔류성과 분석에 대한 충분한 연구가 이루어져야 할 것이다.

Fenhexamid (IUPAC name: N-(2,3-dichlorohydroxyphenyl)-1-methylcyclohexanecarboxamide)는 1989년 독일 Bayer AG사에서 개발된 살균제로서 포도, 딸기, 핵과(매실, 복숭아), 굴, 채소, 관상식물과 관련된 병해를 방제하기 위해 1998년 처음으로 세계시장에 판매되기 시작하였다.⁴ 현재 국내에서 텔도⁵(영일케미칼, 토마토)와 tebuconazole과의 합제인 영그네⁶(경농, 포도) 등의 상표로 등록하여 생산되고 있으며, 여타 작물에 대하여 적용확대시험이 이루어지고 있다. 지금까지 발견된 22종의 갯빛곰팡이 병원균 중 가장 중요하고 독특한 특성을 가진 *Botrytis cinerea* (이하 *B. cinerea*)는 많은 과실, 채소 그리고 관상식물에 심각한 영향을 주고, 특히 포도 생산에 질적, 양적으로 피해를 준다.⁷ *B. cinerea*의 방제를 위해 도입된 새로운 계통의 농약인

fenhexamid는 hydroxyanilides와 dicarboxamids의 활성을 같이 활용한 locosystemic 화합물이며, 이것으로 *Monilinia*와 *Sclerotinia*와 같은 관련 병원균까지도 방제하고, 효과적인 anti-resistant 역할을 수행할 수 있게 되었다.⁸ Chapeland 등⁹은 fenhexamid가 *B. cinerea*에 대해 약간의 감수성저하 효과가 있음을 보고하였으며, Leroux 등¹⁰은 살균제의 교차저항성과 관련하여 dicarboxamids, phenylpyrroles 그리고 fenhexamid 등의 살균제가 anti-resistant 효과가 있음을 보고한 바 있다. Debieu 등⁸은 fenhexamid가 병원균의 sterol 생합성의 저해제로 작용하는 것을 보고하였다.

Fenhexamid의 잔류분석은 Bayer AG사에서 Bachmann 등¹¹에 의해 HPLC를 이용한 분석법이 제시되었으며, Cabras 등¹²은 GC-NPD를 이용한 포도와 포도주 제조 중의 잔류성 분석결과, fenhexamid 처리 후 일주일 이내에 1/3 이상이 분해되며 수확시에는 약 49%까지 감소하였다. 발효는 fenhexamid의 분해에 영향을 미치지 않으며, 알콜발효와 malolactic 발효는 아무런 영향을 미치지 않는다고 보고하였다.¹² 이와 같이 fenhexamid에 대하여 연구보고된 결과는 최근 개발된 약제인 만큼 미미한 실정이며, *B. cinerea*에 대한 저항성과 포도 등의 잔류 등에 대해서만 보고되어 있다.

본 연구에서는 GC-ECD를 이용한 오이, 딸기, 포도 중 fenhexamid의 미량분석을 위한 최적 조건을 설정하고, 각 작물(오이, 딸기, 포도)별 현지 포장실험에 따른 농약의 잔류량과 처리시기별 잔류량을 조사하였다.

2. 재료 및 방법

2.1. 시약

본 실험에 사용된 표준품은 주식회사 미성에서 공급 받은 순도 98.2%의 fenhexamid를 acetone에 녹여 1,000

mg/L의 저장용액으로 제조한 후 필요에 따라 일정 농도로 희석하여 사용하였으며, fenhexamid의 화학구조, 화학명과 그 물리화학적 특성을 Table 1에 나타내었다. 시료의 추출, 분리 및 컬럼의 용리 용매로 농약잔류분석용 acetone (Tedia, 99.97%), dichloromethane (Tedia, 99.5%), n-hexane (Showa, 96.0%)을 사용하였으며, 물은 2차 증류 후 Barnstead사의 E-pure를 통과시켜 탈이온화시킨 초순수를 이용하였다. Sodium sulfate anhydrous와 sodium chloride는 각각 Daia-Kobans (99.0%)와 Showa (99.5%)제를 사용하였고, 시료 정제용 컬럼 충전제는 Merck사의 silica gel (230-400mesh ASTM)을 사용하였다.

2.2. 기기 및 장치

Fenhexamid의 잔류성 분석에 이용된 기체크로마토그

래프는 Hewlett Packard (U.S.A)사의 ^{63}Ni -electron capture detector (ECD)가 장착된 HP6890을 사용하였으며, GC용 컬럼은 길이 30 m, 내경 0.32 mm의 crosslinked methyl siloxane이 0.17 μm 로 도포된 Ultra 1 capillary column (Agilent Technology, U.S.A) 이었으며, 기기조건은 split ratio 5:1 (split flow 15 mL/min), 주입구 온도 260 $^{\circ}\text{C}$, 검출기 온도 290 $^{\circ}\text{C}$, 오븐 온도는 최초 160 $^{\circ}\text{C}$ 로 6분간 유지하고 160 $^{\circ}\text{C}$ 에서 250 $^{\circ}\text{C}$ 까지 분당 10 $^{\circ}\text{C}$ 씩 승온시켰으며, 250 $^{\circ}\text{C}$ 에서 10분 동안 유지하였다. 운반기체 N_2 의 유속은 3 mL/min (15.5 psi)로 일정유속 조건이었으며, make up gas (N_2) 유속은 40 mL/min이었다. 회전 진공 증발장치는 Buchi R-114형을 사용하였다. 시료정제에는 Baker Chemical사의 Sep-pak column 거름장치에 길이 8.5 cm, 내경 1.5 cm의 plastic column에 silica gel을 충전하여 사용하였다.

Table 1. Characteristics of fungicide fenhexamid

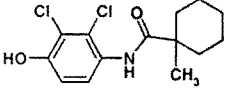
Common name (codes)	Chemical name	Formulation type	Structural formula	Physico-chemical properties
Fenhexamid (KBR 2738)	(N-2,3-dichlorohydroxy-phenyl)-1-methylcyclohexanecarboximide	42% Suspension concentrate		<ul style="list-style-type: none"> - Form : white powder - Solubility : water 20 ppm (pH 5-7, 20 $^{\circ}\text{C}$) - M.p./B.p. : 153 $^{\circ}\text{C}$/320 $^{\circ}\text{C}$ - V.p. : 4×10^{-4} mPa (20 $^{\circ}\text{C}$, extrapolated)

Table 2. The progress of spray to the cucumber, strawberry and grape

Species of plants	No. of spray times	Elapsed days until harvest	Date of harvest	Spray concentration
Cucumber	0	Untreated		
	3	16-9-2		
	3	17-10-3	2001. 5. 1	
	3	19-12-5		
	3	21-14-7		
Strawberry	0	Untreated		
	3	16-9-2	2001. 5. 26	5L prod. ha $^{-1}$
	3	17-10-3	2001. 5. 27	(1,000 times dilution in water)
	3	19-12-5	2001. 5. 29	
	3	21-14-7	2001. 5. 31	
Grape	0	Untreated		
	3	50-40-30		
	3	40-30-21	2001. 8. 11	
	4	50-40-30-21		

2.3. 약제처리와 시료조제

오이에 대한 약제처리와 시료채취는 원광대학교 생명자원과학대학 실습농장의 비닐하우스 내에서 이루어졌으며, 딸기는 경기도 평택 소재 주식회사 미성 실험 포장의 비닐하우스 내에서 수행되었다. 오이(백침다다기)와 딸기(보교조생) 공히 fenhexamid 42% 액상수화제를 1,000 배로 희석하여 약액이 흐를 때까지 충분한 양을 수확 21일 전부터 경시적으로 3회씩 경엽에 살포하였으며, 최종 약제살포일정을 수확 2일전, 3일전, 5일전, 7일전 등으로 설정하였다. 포도에 대한 약제처리와 시료채취는 원광대학교 부속 과수원의 비가림채배 포도(켄벨, 12년생)에 fenhexamid 42% 액상수화제를 1,000 배액 (제품 5 L ha⁻¹)이 되도록 조제하여 Table 2와 같이 수확 50일 전부터 경시적으로 3회, 4회 경엽살포 하였고, 최종 약제살포일정을 수확전 21일과 31일로 설정하였다. 각 수확 일자에 채취된 오이, 딸기, 포도 각 시료는 꼭지를 제거하고 blender로 마쇄하여 균질화시켜 시료병에 넣어 -20 °C에 보관하면서 잔류분석시료로 사용하였다.

2.4. 실험방법

2.4.1 표준검량선 작성

Fenhexamid 표준품을 acetone으로 희석하여 1,000 mg/L의 표준용액을 만들고 저장용액으로 사용하였다. 각 작물별 수확시기에 맞추어 분석 전 acetone으로 희석하여 0.05, 0.1, 0.25, 0.5, 1.0, 2.0 mg/L의 표준용액을 만들고 각각 1 µL씩을 GC-ECD에 주입하여 얻어진 크로마토그램 peak area (5Hz*s)로부터 표준검량선을 작성하였다.

2.4.2 용매추출과 분배

각 작물의 마쇄된 시료 20 g을 250 mL 삼각플라스틱에 취하고 100 mL의 acetone을 넣어 30분간 진탕 추출하였다. 이 추출액을 acetone 50 mL로 씻어 주면서 흡인여과(Advantec, 5B)하고 여과액을 약 50 mL가 되도록 회전증발기에서 농축하였다. 이 농축 잔류물을 5% NaCl용액 50 mL로 2회 씻어 분별 깔때기에 옮긴 후 dichloromethane 50 mL로 2회 추출하였다. 이 추출액을 무수 Na₂SO₄를 이용해 탈수한 후 40 °C ± 1 °C에서 감압농축하였다.

2.4.3 정제

Silica gel 3 g을 길이 8.5 cm, 내경 1.5 cm의 plastic

column에 n-hexane 10 mL로 습식 충전하여 용매가 silica gel의 상부에 도달할 때까지 흘려 보냈다. 농축 잔류물을 n-hexane 5 mL로 용해시켜 silica gel이 충전된 plastic 컬럼에서 acetone:n-hexane (5:95, v/v) 혼합액 10 mL와 acetone:n-hexane (15:85, v/v) 혼합액 25 mL로 각각 용출시켜 버렸다. 최종적으로 acetone:n-hexane (15:85, v/v)혼합액 25 mL로 용출시킨 용액을 감압 농축하여 건조한 시료를 acetone 4 mL로 정용한 후 GC-ECD의 분석시료로 사용하였다.

2.4.4 회수율

무처리 시료 20 g에 0.1 mg/L과 0.4 mg/L의 농도가 되도록 fenhexamid 10 mg/L 표준용액을 각각 첨가하고 혼합한 후 10분간 방치하고 상기 시료분석과정을 행하여 표준검량선을 기준으로 회수율을 구하였다.

2.4.5 최소검출량 및 검출한계

최소검출량은 본 기기의 분석조건에서 chromatogram 상의 표준품의 peak 높이가 signal noise의 3배일 때로 하였고, 검출한계는 최소검출량, 시료량, 주입량, 주입전 시료용액의 양으로 부터 검출한계를 구하는 일반공식에 의하여 산출하였다.

$$\text{검출한계 (ppm)} = \frac{\text{주입전 시료용액의 양(mL)} \times \text{I}}{\text{주입량} (\mu\text{L}) \times \text{시료량(g)}}$$

3. 결과 및 고찰

3.1. 표준검정곡선

각 작물의 분석시 마다 fenhexamid 표준품을 acetone에 용해시켜 표준용액을 만든 후 GC-ECD에 주입하여 얻어진 크로마토그램을 Fig. 1에 나타내었으며, 각 작물의 분석 전 얻어진 크로마토그램의 peak 면적을 기준으로 하여 표준검정곡선을 작성하였다. 최소자승법으로 계산한 표준검정곡선은 Fig. 2와 같으며, 그 회귀방정식은 오이, 딸기, 포도 각각 $Y=312.40X+10.26$, $Y=313.33X+5.54$, $Y=253.27X-2.23$ 로, 본 실험의 농도범위 (0.05 ng ~ 2.0 ng)에서 오이 $r^2=0.9996$, 딸기 $r^2=0.9998$, 포도 $r^2=0.9994$ 로 직선성을 보였다. 본 분석법에서의 머무름시간 (retention time)은 11.1-11.2분이었으며, 이는 Cabras 등¹²의 GC-NPD를 사용한 분석방법에서의 머무름시간 보다 1.5~1.6분 길었는데, 이와 같이 차이가 나고 있는 것은 승온 설정과정, 검출기, 컬럼 등 기기분석 조건이 서로 달랐기 때문이라 판단된다.

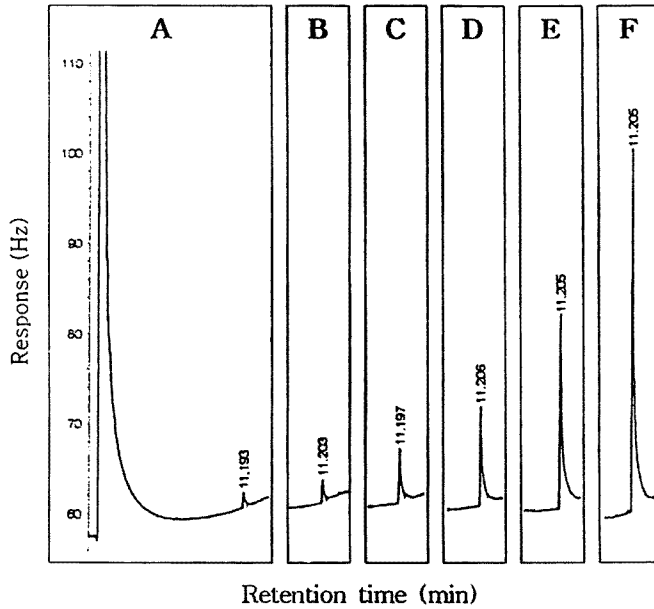


Fig. 1. Typical GC-ECD chromatograms of fenhexamid.

A:0.05 ng, B:0.1 ng, C:0.25 ng, D:0.5 ng, E:1.0 ng, F:2.0 ng.

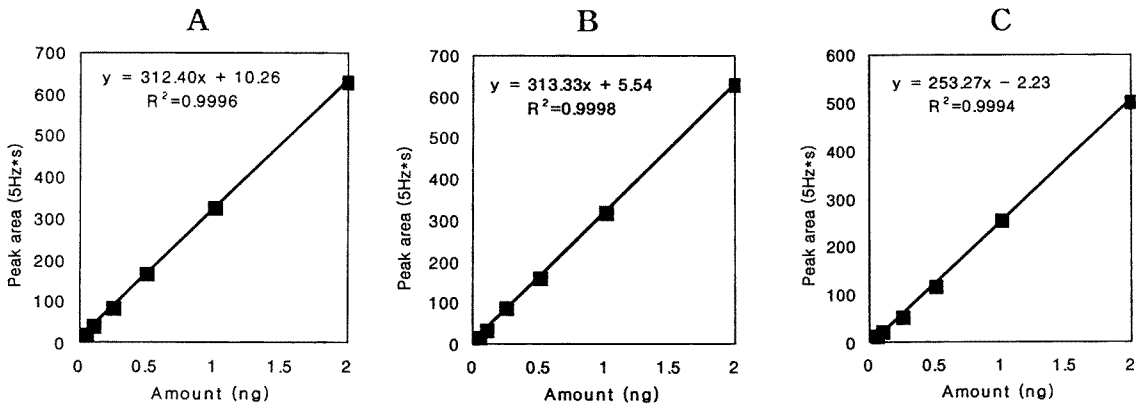


Fig. 2. Standard calibration curve of fenhexamid in the analysis of cucumber(A), strawberry (B) and grape(C).

3.2. 회수율 및 검출한계

Blender로 마쇄한 무처리 시료에 fenhexamid가 0.1 mg/L과 0.4 mg/L이 되도록 표준용액을 각각 첨가하고 2.4와 같은 방법으로 3회 반복하여 얻어진 GC-ECD 크로마토그램을 분석하였다. 각 시료의 회수율은 오이

91.8-96.4%, 딸기 85.9-91.4%, 포도 91.5-98.0%의 범위로 Bachmann 등¹¹에 의한 HPLC를 이용한 분석법에서의 회수율 81-110% 범위나, Cabras 등¹²이 수행한 GC-NPD를 이용한 분석법의 회수율 범위 88-111%에

비하여 본 실험에서의 회수율 범위의 차이가 작았다. 상대표준편차(RSD)는 오이 1.8%, 딸기 2.0%, 포도 2.6%로 첨가농도에 따른 반복간 회수율 변동은 크지 않았으며, 분석법의 최소검출량과 검출한계는 각각 0.05 ng과 0.01 mg/L 이었으며, 그 결과를 Table 3에 나타내었다. 본 분석결과의 검출한계는 Bachmann 등¹¹이 행한 분석결과에서 포도 0.02 mg/L, 딸기 0.05 mg/L으로 본 분석결과보다 낮았으며, Cabras 등¹²의 GC-NPD를 이용한 분석결과(0.1 mg/L)에서 보다 10배 낮은 농도까지 검출할 수 있었다.

3.3. 잔류농도분석

이상의 분석법과 조건을 이용한 실제 각 작물의 잔류농도를 분석하기 위하여 재현성 여부를 확인한 후 각 시료를 1 μL씩 주입하여 얻어진 무처리와 회수율 분석 시료의 기체 크로마토그램을 Fig. 3에 나타내었으며, 현장실험에 따른 농약 잔류량을 조사한 결과는 Table 4에 나타난 바와 같다. 오이는 수확 2일 전까지 3회 살포시 0.25 mg/L이었고, 수확 3일전 3회 살포시 0.20 mg/L, 수확 5일전 3회 살포시 0.16 mg/L이었으며, 수확 7일전까지는 0.14 mg/L이었다. 딸기는 수확 2일 전 3회 살포시 0.51 mg/L, 수확 3일전 3회 살포시 0.31 mg/L, 수확 5일전 3회 살포시 0.16 mg/L이었으며, 수확 7일전 3회 살포시는 0.09 mg/L이었다. 포도의 경우 수확 30일전 3회 살포시 0.01 mg/L, 수확 21일전 3회 살포시 0.02 mg/L, 수확 21일전 4회 살포시 0.05 mg/L이었으며, 수확 7일전까지 3회 살포시는 0.14 mg/L이었다. Fenhexamid의 잔류허용량은 ADI¹³(0.183 mg/L)를 근거로 산출한 결과 약 1.00 mg/L으로써, 이 기준

에 따르면 본 실험에 공시된 모든 작물 중 잔류량은 잔류허용량 미만이었고, 오이와 딸기에 대한 안전사용은 수확 2일전 3회, 포도의 경우 21일전 4회 처리가 적절한 것으로 나타났다.

위 결과를 보면, 딸기에서 가장 높은 잔류량을 나타내었고, 다음으로 오이, 포도 순이었다. 또한 살포횟수가 적을 수록, 최종살포 후 경과일수가 많을 수록 잔류량이 적은 것으로 나타났다. 이와 같이 작물간에 잔류량 차이가 나는 것은 약제처리 간격, 살포횟수 그리고 최종살포 후 경과일수가 다르기 때문이기도 하지만, 작물의 형태(표면적, 표면의 성상)에 따른 부착량 차이 또한 잔류량에 영향을 미친 것으로 사료된다. 즉, 시설하우스 내에서 재배된 딸기의 잔류량이 오이보다 높은 것은 딸기가 오이에 비하여 울퉁불퉁하여 부착량이 많아지고, 오이의 경우 비대성장이 빠르므로 과실의 중량증대만큼 잔류농약의 농도가 감소되는 등의 원인에 의한 것¹⁴으로 판단된다. 또한 포도에서 가장 낮은 잔류량을 보였던 것은 비가림 재배로 인하여 과실과의 직접적 접촉이 억제되고 포장에서 강우로 인한 유실¹⁵과 태양광에 의한 분해^{16,17} 등 여러 요인이 잔류에 영향을 미친 것으로 판단된다. Fenhexamid가 가수분해에 안정하고 환경 중에서 빠르게 분해되는 등의 물리화학적 특성⁴을 가지고 있으며, 작물 중 농약의 분해, 소실에 영향을 주는 기본적 요인이 온도, 습도, 일조¹⁸ 등인 것과, 화합물의 물리화학적 변수(처리시기, 처리량, 사용패턴, 대상작물), 날씨와 기후(강우, 휘발성, 풍속) 등 여러 요인이 농약의 소실과 관련된 것¹을 감안하면 환경 중에서의 동태에 관한 연구도 병행되어야 할 것이다.

Table 3. Recovery, minimum detectable amount and detection limit of cucumber, strawberry and grape

Species of plants	Added concentration (ppm)	Recovery (%)				Limit of detection (ppm)	Minimum detectable amount (ng)
		A	B	C	Mean ± RSD		
Cucumber	0.1	95.8	93.8	96.4	95.3 ± 1.4	0.01	0.05
	0.4	91.8	96.2	94.9	94.3 ± 2.3		
Strawberry	0.1	87.4	91.4	89.0	89.3 ± 2.0		
	0.4	88.2	85.9	86.5	86.9 ± 1.2		
Grape	0.1	92.0	98.0	94.0	94.7 ± 3.1		
	0.4	91.5	95.0	91.5	92.7 ± 2.0		

$$*0.05\text{ng} \times \frac{4\text{mL}}{1\mu\text{L}} \times \frac{1}{20\text{g}} = 0.01\text{mg/L}$$

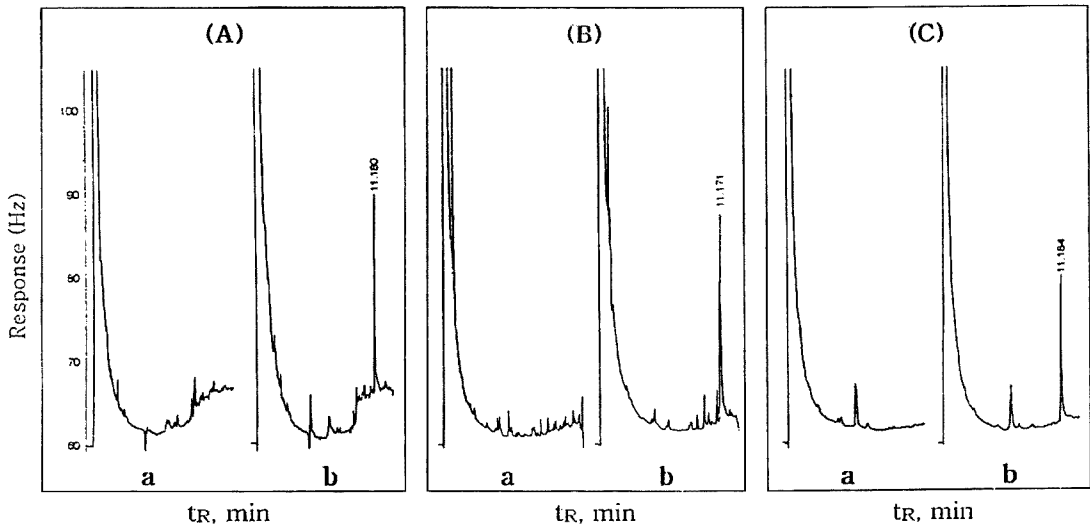


Fig. 3. GLC/ECD chromatograms of control and recovery in cucumber(A), strawberry(B) and grape(C).
a : control, b : recovery(0.5ng).

Table 4. Residual amount of fenhexamid in cucumber, strawberry and grape

Species of plants	Number of treatment times	Sprayed days before harvest	Residue amount (ppm)				Maximum residue limit (mg/kg)
			A	B	C	Mean \pm RSD	
Cucumber	0	Untreated	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	
	3	16-9-2	0.22	0.26	0.28	0.25 \pm 0.03	
	3	17-10-3	0.20	0.21	0.19	0.20 \pm 0.01	
	3	19-12-5	0.16	0.16	0.15	0.16 \pm 0.01	
	3	21-14-7	0.15	0.13	0.14	0.14 \pm 0.01	
Strawberry	0	Untreated	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	
	3	16-9-2	0.43	0.58	0.52	0.51 \pm 0.08	
	3	17-10-3	0.30	0.37	0.25	0.31 \pm 0.06	1.0
	3	19-12-5	0.15	0.19	0.15	0.16 \pm 0.02	
	3	21-14-7	0.07	0.09	0.11	0.09 \pm 0.02	
Grape	0	Untreated	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	
	3	50-40-30	0.01	0.02	0.01	0.01 \pm 0.01	
	3	40-30-21	0.02	0.02	0.02	0.02 \pm 0.00	
	4	50-40-30-21	0.06	0.04	0.05	0.05 \pm 0.01	

4. 결론

GC-ECD가 장착된 gas chromatograph를 이용하여 살균제 fenhexamid의 작물 (오이, 딸기, 포도) 중의 잔류량 분석을 위한 최적조건을 설정하고 처리시기별 잔류량을 구하였다. 본 실험의 조건에서 최소검출량은 0.05 ng 이었으며, 검출한계는 0.01 mg/L 이었다.

Fenhexamid의 오이, 딸기, 포도의 회수율은 각각 평균 94.8%, 88.1%, 93.7% 이었고, 잔류량은 오이 0.13~0.28 mg/L, 딸기 0.07~0.58 mg/L, 포도 0.01~0.06 mg/L로 잔류허용량 미만이였다.

감사의 글

본 연구는 2002년도 원광대학교 교비연구비와 주식회사 미성의 지원에 의해서 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

참고 문헌

1. B. Y. Oh, *The Korean Journal of Pesticide Science*, **4**(4), 1-11 (2000).
2. S. S. Park, S. J. Park, H. Pyo, J. H. Cho, H. S. Kim and T. K. Park, *The Korean Journal of Pesticide Science*, **4**(1), 1-9 (2000).
3. B. J. Cha, Y. S. Lee and H. R. Lee, *The Korean Journal of Pesticide Science*, **4**(1), 38-43 (2000).
4. C. D. S. Tomlin, "The Pesticide Manual", 12th ed., 388-389, *British Crop Protection Council*, England, 2000.
5. Korean Assosiation of Agricultural Chemicals, "Agrochemicals Year Book", 783, Korea, 2000.
6. Korean Assosiation of Agricultural Chemicals, "Agrochemicals Year Book", 220, Korea, 2000.
7. D. Debieu, J. Bach, M. Hugon, C. Malosse and P. Leroux, *Pesticide Management Science*, **57**, 1060-1067 (2001).
8. H. J. Rosslenbroich and D. Stuebler, *Crop protection*, **19**, 557-561 (2000).
9. F. Chapeland, R. Fritz, C. Lanen, M. Gredt and P. Leroux, *Pesticite Biochemistry and Physiology*, **64**, 85-100 (1999).
10. P. Leroux, F. Chapeland, D. Desbrosses and M. Gredt, *Crop Protection*, **18**, 687-697 (1999).
11. J. Bachmann and F. Nuesslein, "Repeport No. MR-144/94", 1-79, Bayer AG, Germany, 1995.
12. P. Cabras, A. Angioni, V. L. Garau, F. M. Pirisi, F. Cabitza, M. Pala and G. A. Farris, *Food Additives and Contaminants*, **18**, 625-629 (2001).
13. J. Ruf, "Report No. 25618", 1-547, Bayer AG, Germany (1996).
14. Y. H. Jung, J. E. Kim, J. H. Kim, Y. D. Lee, C. H. Im and J. H. Hur, "Recent Pesticide Science", 272-274, Sigma Press, Korea, 2000.
15. P. Matthiessen, D. Sheahan, R. Harrison, M. Kirby, R. Rycroft, A. Turnbull, C. Volkner and R. Williams, *Ecotoxicology and Environmental Safety*, **30**(2), 111-119 (1995).
16. J. K. Lee, I. S. Jung, J. W. Kwon and K. C. Ahn, *Korean Journal of Environmental Agriculture*, **17**, 107-116 (1998).
17. J. K. Lee, J. W. Kwon, K. C. Ahn, J. H. Park and J. S. Lee, *Korean Journal of Environmental Agriculture*, **19**, 116-121 (2000).
18. Y. H. Jung and Y. S. Park, "Pesticide Science", 102, Korea, 1990.