

점박이응애 (*Tetranychus urticae*), 목화진딧물 (*Aphis gossypii*)과 복숭아혹진딧물 (*Myzus persicae*)에 대한 은행잎 추출물의 살충 및 기피효과

이인화* · 설명수 · 박종대¹

조선대학교 환경공학부, ¹전라남도 농업기술원

Repellent and Pesticidal Effect of *Ginkgo biloba* Leaves Extracts on the *Tetranychus urticae*, *Aphis gossypii* and *Myzus persicae*

In-Hwa Lee*, Myung-Su Seol and Jong-Dae Park¹

Department of Environmental Engineering, College of Engineering Science, Chosun University,
Seosuk-dong 375, Dong-gu, Gwangju 501-759, Korea

¹Jeollanam-do Agricultural Research and Extension Services,
Sanje-ri 206-7, Sanpo-myeon, Naju City, Jeollanam-do 520-715, Korea

Received September 23, 2004; Accepted April 4, 2005

To overcome the problems associated with chemical pesticides, biological pest controls agent extracted from *Ginkgo biloba* was studied. Insecticidal activities components in *Ginkgo biloba* extracts were analyzed using high performance liquid chromatography (HPLC). This results of HPLC analysis, GG-W80 were included bilobalide 611 µg/kg, ginkgolide A 37 µg/kg and ginkgolide B 243 µg/kg, while YG-W80 were included bilobalide 214 µg/kg and ginkgolide B 46 µg/kg. The biological activity of *Ginkgo biloba* extracts were conducted to repellent and pesticidal effect of *Tetranychus urticae*, *Aphis gossypii* and *Myzus persicae* treated with *Ginkgo biloba* leaves extracts. Mortalities of adult *T. urticae* to green *Ginkgo biloba* extracts (GG-W80) and yellow *Ginkgo biloba* extracts (YG-W80) were shown 98.3% and 20.0%, respectively. From these results, terpenes components in *Ginkgo biloba* extracts could be use for biological controls for *T. urticae*.

Key words: biological control, *Tetranychus urticae*, *Ginkgo biloba* L., pesticidal effect, bilobalide, ginkgolide A, B

서 론

은행나무(*Ginkgo biloba* L.)에 대한 연구는 전세계적으로 화학적, 약리학적 및 임상학적으로 활발히 진행되고 있다. 특히, 은행잎 추출물(*Ginkgo biloba* extract)은 수많은 유용성분을 함유하고 있는 것으로 밝혀졌다¹⁾. 은행잎의 주성분은 flavonoid계 화합물과 terpene계 화합물임이 밝혀졌으며²⁾ 이들 성분들의 다양한 생리활성과 약리작용^{3,4)}이 밝혀지므로써 현재 이들 성분을 주성분으로 한 의약품⁵⁾이 전 세계적으로 크게 각광을 받고 있는 실정이다. 은행잎의 약리 작용에 대해서는 많은 연구와 보고가 있으나, 현재까지도 은행잎뿐만 아니라 수많은 식물자원을 이용한 해충의 방제나 기피제로서의 연구는 미흡한 실정이다. 해충으로부터 작물을 보호하고 농업생산성을 증대시키기 위

해 농약은 현재까지 인류에 커다란 공헌을 해왔다. 현재 살충제와 제초제 등의 농약은 유기염소계, 유기인계, 카바메이트계 등이 주종을 이루며 대부분이 독성을 가지고 있으며 분해성이 낮아 생태계의 먹이사슬에 의하여 농축되는 경향이 있다.⁶⁾ 이러한 화학 합성 약제 농약이 지니고 있는 단점은 약제를 살포하는 회수의 증가와 살포농도의 증가로 저항성해충의 출현을 가져오며 유용한 곤충에게 해를 가져올 수 있다.⁷⁾ 또한, 농산물에 잔류할 경우 식품에 대한 부정적 요인으로 작용하고 있다.⁸⁾

이와 같은 유기합성농약의 부작용과 약제저항성 유발⁹⁾ 및 환경오염 때문에 농약공해의 지탄이 고조됨에 따라 저독성 농약, 잔류성이 적은 농약, 천적에 해롭지 않은 농약의 개발을 서두르고 있는 한편, 많은 연구자들이 생물학적 방제(Biological control)에 대해 활발히 연구를 진행하고 있다¹⁰⁾. 생물학적 방제는 미생물, 천적, 및 천연물로 추출한 생화학 물질을 이용한다. 해충방제제로는 세균제제로서 BT제¹¹⁾, 바이러스제제로서 Biotrol과 VHZ 등이 있으며, 천적미생물, 기생벌류 및 거미류와 같은 천적이 실용화되고 있다¹⁰⁾. 그러나 현재까지 생물학적 방제는

*Corresponding author
Phone: +82-62-230-6627; Fax: +82-62-234-6627
E-mail: ihlee@chosun.ac.kr

미생물을 중심으로 이루어지고 있는데 미생물 제제의 경우 취급하기가 용이하지 않다.¹²⁾

본 연구에서는 국내에서 생산량이 많은 은행잎을 이용해 유기합성농약의 독성 및 난분해성을 극복할수 있는 천연물 농약을 개발하고자 은행잎 추출물이 원예작물의 주요 해충인 점박이응애(*Tetranychus urticae*), 목화진딧물(*Aphis gossypii*)과 복숭아혹진딧물(*Myzus persicae*)에 대한 살충효과와 기피효과 검정을 실시하였다.^{13,14,15)}

재료 및 방법

은행잎. 푸른 은행잎과 노란 은행잎은 동일한 장소의 도심의 광에서 2002년 8월과 11월에 각각 채취하여 수세한 다음 1주일 이상 음건한 후 분쇄기를 이용하여 최종 300 µm 이하로 분말화하여 사용하였다.

은행잎 추출물. GG-W80: 증류수 1 l에 푸른 은행잎 분말 100 g을 넣고 80°C에서 2시간 열수추출하였다. YG-W80: 증류수 1 l에 노란 은행잎 분말 100 g을 넣고 80°C에서 2시간 열수추출하였다. 모든 은행잎 추출물은 농축전에 여과지를 사용하여 여과하였으며, 얻어진 추출액을 감압농축기(R-205, BUCHI, Switzerland)를 사용하여 감압 농축 후 유화제인 0.1% Tween 20을 첨가하여 현탁액으로 만들어 각각 실험시료로 사용하였다.

실험해충. 점박이응애(*Tetranychus urticae*)는 나주시 산포면 소재 전남농업기술원 배 과원에서 채집하여 포트(직경 13 cm)에 강낭콩을 파종한 후 본엽이 3~4매 때에 접종하였다. 접종을 확인하고 3일 간격으로 강낭콩 포트를 1개씩 3회 투입하여 점박이응애를 증식시켜 시험에 사용하였다. 점박이응애의 개체수는 1 포트당 300마리 이상이였다. 한편 진딧물류를 증식하기 위하여 소형 플라스틱 포트(직경 9 cm)에 오이를 파종하고 본엽이 3~4엽이 전개 되었을 때 복숭아혹진딧물(*Myzus persicae*)은 배추에서, 목화진딧물(*Aphis gossypii*)은 국화에서 채집하여 진딧물을 접종하고 접종 후 15일에 진딧물의 밀도가 엽당 10마리 이상이 되었을 때 시험군충으로 사용하였다.

살충효과와 기피효과 검정. 점박이응애 약제 독성 시험 방법으로 leaf disk법을 사용하였고 암컷성충의 살충효과는 강낭콩을 2×2 cm로 잘라 물에 적신 탈지면이 놓인 petri dish에 놓고 그 위에 점박이응애 암컷 성충을 30마리씩 접종한 후 30분정도 정착시킨 다음 추출물별로 25 cm거리에서 hand spray로 5초 동안 spray한 후 음건시켰다. 처리한 petri dish는 상온에 보관하면서 하루 간격으로 3일간 살충율을 조사하였다. 생사판별은 해부현미경하에서 붓끝으로 충체를 접촉하여 몸길이정도로 이동하지 못한 개체를 죽은 것으로 간주하였다. 추출물에 대한 기피시험은 탈지면이 놓인 petri dish(φ 9 cm)에 두 개의 강낭콩 엽 절편(2×2 cm)을 놓고 한쪽은 약제를 살포하고 다른 쪽은 살포하지 않았다. 그런 다음 응애의 왕래가 자유롭게 두 잎을 붙여 놓고 중앙부위에 점박이응애 성충을 10마리 놓아두고 24시간과 48시간 후에 두 잎에 각각 존재하는 해충의 생충수와 사충수를 조사하였다. 목화진딧물과 복숭아혹진딧물은 유묘 검정법을 사용하였는데 고추 묘에 미리 진딧물을 접종하여 유묘 잎에 정착된 진딧물을 조사한 후 3반복으로 각 추출물을

hand spray로 살포하고 24시간, 48시간과 72시간 후에 살충율을 조사하였다.

포장방제효과 검정. 포장에서 점박이응애의 살충효과를 검정하기 위하여 사용한 실험조건은 유리온실에서 발아를 시켜 본잎이 4~5매 일 때 비닐하우스(크기: 22×7 m)에 정식하였으며 재식거리는 30 cm이며 두둑은 90 cm로 하여 2열로 식재하여 점박이응애를 접종하고 엽당 20~30마리 때 추출물을 처리하여 살충효과를 비교하였다. 장미는 장미재배하우스에서 자연 발생한 점박이응애의 엽당 밀도가 10마리 이상 된 주를 대상으로 시험하였으며, 목화진딧물은 오이가 재배된 유리온실에서 수행하였다. 푸른 은행잎 추출물 GG-W80 10배 희석액을 살포하기 전 해충의 밀도를 조사하고 살포 후 1, 3, 5일째의 밀도 변화를 조사하였다.

살충성분 분석. 은행잎 추출물 GG-W80과 YG-W80을 여과지를 사용하여 여과한 다음 얻어진 추출액을 high performance liquid chromatography (HPLC)를 통해 점박이응애에 강한 살충효과를 나타내는 생리활성성분을 분석하였다. HPLC의 분석조건은 Table 1과 같으며, 분석에 이용된 대조물질은 Sigma사로부터 bilobalide와 ginkgolide A, B의 표준품을 구입하여 각각 10 mg씩 칭량하여 ethylacetate 10 ml에 용해시킨 용액을 stock solution으로 하고 이를 일정량씩 취한 다음 각각에 ethylacetate를 가해 1, 2, 3 및 5 µg/ml가 되게 조제하였다. 이 용액을 각각 20 µl씩 injection하여 chromatogram을 얻고 각각의 평균 peak area로부터 검량선을 작성하였다.

결과 및 고찰

은행잎 추출물의 고형물 함량. 푸른 은행잎과 노란 은행잎을 열수 추출한 후 감압 증발된 추출물 1 ml를 취하여 105°C에서 완전히 건조될 때까지 건조시킨 후 증발잔사의 무게를 측정하여 얻은 고형물 함량은 Table 2와 같이 푸른 은행잎 추출물이 노란 은행잎 추출물보다 고형물 함량이 높은 것을 알 수 있었다.

푸른 은행잎 추출물의 살충효과. GG-W80을 10배와 20배로 각각 희석한 후 점박이응애 암컷성충에 살포하여 살충효과를 조사하였다. GG-W80의 약효를 검정한 결과 Table 3과 같이 추출물 20배 희석액(0.87 mg/ml)에서 48시간 후에 80.7%의 살충

Table 1. Quantitative HPLC method for terpene trilactones in *Ginkgo biloba* leaves extract

Analytical instrument	HPLC
Detection	UV 219 nm
Column	Luna 5 µm C ₁₈ (2) 250×4.60 mm
Flow rate	1 ml/min
Mobile phase	H ₂ O : THF : MeOH = 68.5 : 10.5 : 21
Injection Volume	20 µl

Table 2. The weight of water extracts from *Ginkgo biloba* leaves

Extracts	Weights of extract*
GG-W80 (<i>Ginkgo biloba</i> leaves extract)	17.4
YG-W80 (Yellow <i>Ginkgo biloba</i> leaves extract)	15.2

*Weight of extract was expressed in g/100 g of dried leaves.

Table 3. Mortality of *T. urticae* female adults treated with *Ginkgo biloba* leaves extracts

Extracts diluted	before treated	24 hr	48 hr
		Mortality (%)	Mortality (%)
GG-W80* 10×	270	90.6±3.0	98.3±1.7
GG-W80 20×	270	72.2±2.4	80.7±4.3
Control	270	1.9±1.0	2.6±0.8

*GG-W80; Distilled water extract at 80°C.

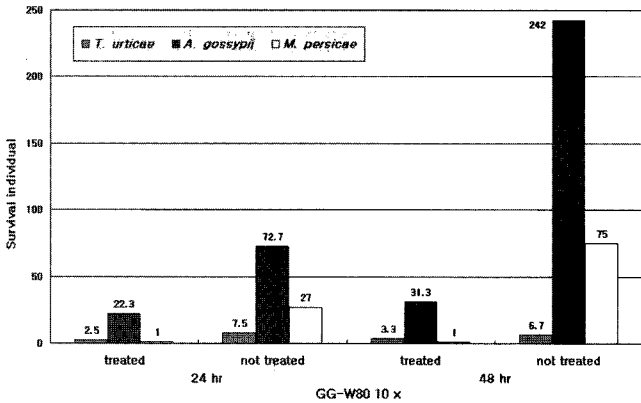


Fig. 1. Repellent index of *T. urticae*, *A. gossypii* and *M. persicae* treated with *Ginkgo biloba* leaves extracts.

을, 10배 희석액(1.74 mg/ml)에서는 48시간 후에 98.3%의 살충율을 보였다.

푸른 은행잎 추출물의 기피효과. 점박이용애와 진딧물의 기피효과를 검정한 결과는 Fig. 1과 같다. 점박이용애를 추출물 GG-W80 10배 희석액이 살포된 잎과 살포되지 않은 잎에 두었을 때 24시간과 48시간 후에 각각 75%와 67%의 기피율을 보였다. 또한 진딧물에 대한 기피효과는 다음과 같았다. 고추와 오이 유묘에 추출물 GG-W80 10배 희석액을 살포하고 음건한 후 고추 유묘는 복숭아혹진딧물이 서식하고 있는 곳에 두고, 오이 유묘는 목화진딧물이 있는 곳에 두고 24시간과 48시간 후에 약제를 살포한 유묘와 살포하지 않은 유묘의 진딧물 발생량을 조사하였다. 목화진딧물은 추출물 GG-W80 10배 희석액이 살포된 잎보다는 살포되지 않은 잎을 선호하여 24시간 후에 76.5%, 48시간 후에 88.5%의 기피율을 보였다. 복숭아혹진딧물도 추출물 GG-W80 10배 희석액이 살포되지 않은 잎에 24시간 후에 96.4%, 48시간 후에 98.7%가 존재함으로써 푸른 은행잎 추출물이 진딧물에 대해 기피효과가 우수한 것을 알 수 있었다.

포장방제 효과. 신선초와 장미에 발생하는 점박이용애를 대상으로 효과를 검정한 결과 Table 4와 같이 처리 1일째에는 효

Table 5. Mortality of *T. urticae* treated with yellow *Ginkgo biloba* leaves extracts

Treatment	Dilution	Mortality (%)		
		1 DAT	2 DAT	3 DAT
YG-W80*	crude	57.8	63.3	67.8
	10×	18.9	20.0	25.6
	20×	3.3	8.9	20.0
	40×	1.1	2.2	13.3

*YG-W80; Yellow *Ginkgo biloba* extracts.

Table 6. Repellent index of *T. urticae* on the yellow *Ginkgo biloba* leaves extracts

Treatment	Dilution	Repellent index		
		1 DAT	2 DAT	3 DAT
YG-W80*	crude	91.1	11.1	-11.1
	10×	77.8	-6.7	-22.2
	20×	53.3	20.0	-6.6
	40×	84.4	6.7	-4.4

*YG-W80; Yellow *Ginkgo biloba* extracts.

과가 높지 않았으나 5일째에는 각각 6.7%, 6.1%만이 생존하여 지속적인 살충효과가 있음을 알 수 있었다. 그러나 목화진딧물의 경우 추출물 처리 1일째에는 생존율이 13.7%로 낮았으나 3일째부터는 개체수가 증가하기 시작하여 5일째에는 생존율이 49.9%로 나타났다. 이것은 진딧물의 성충이 바로 약충을 낳는 특성이 있어 개체수가 쉽게 증가하여 진딧물 방제가 쉽지 않은 것으로 판단된다.

노란 은행잎 추출물의 살충효과. 노란 은행잎 추출물인 YG-W80에 의한 점박이용애 성충의 살충효과는 Table 5와 같이 희석액 모두에서 매우 낮았으며, 원액을 살포 한 결과도 처리 후 3일째에 67.8%의 살충율로 푸른 은행잎 추출물의 살충효과에 비해 매우 낮게 나타났다.

노란 은행잎 추출물의 기피효과. 노란 은행잎 추출물의 기피효과는 Table 6과 같이 10배 희석액 처리 후 1일째에 점박이용애에 대해 77.8%의 기피율로 푸른 은행잎 추출물의 기피효과와 비슷하나 처리 후 2일째에는 기피효과가 급격히 떨어져 YG-W80이 지속적인 기피효과는 갖지 않음을 알 수 있었다.

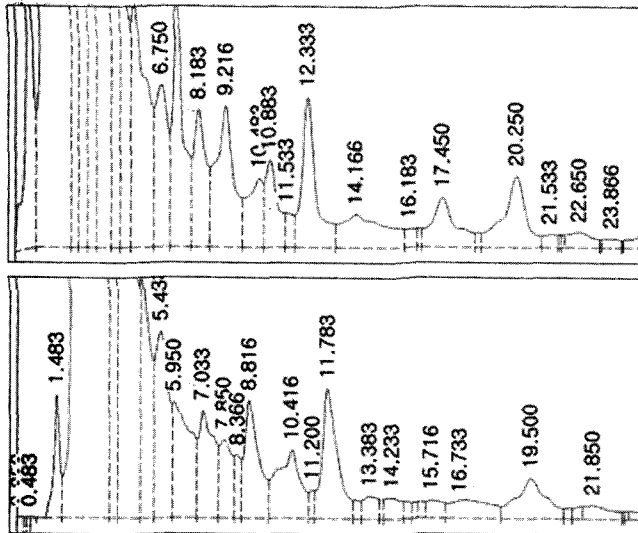
목화진딧물과 복숭아혹진딧물에 대한 YG-W80의 방제효과를 보면 Table 7과 같이 목화진딧물에 대해서 YG-W80 원액은 처리 2일째에 17.8%의 생존율을 보여 다른 농도 보다는 낮았으나 진딧물은 단위생식을 하여 계속 간모를 생산하므로 이후 개체수가 다소 증가하게 되므로 효과가 우수하다고 판단하기에는 미흡하였으며, 복숭아혹진딧물은 YG-W80 원액의 경우 처리전보다 생존수가 더 많아 살충효과를 인정할 수 없었다.

Table 4. Survival rate of *T. urticae* and *A. gossypii* on the *Angelica keiskei* and rose treated with *Ginkgo biloba* leaves extracts in PVC house

Insect pests	Host plants	Before treatment	Survival rate (%)		
			1 DAT	3 DAT	5 DAT
<i>T. urticae</i>	<i>Angelica keiskei</i>	101±36.9	59.6±16.9	11.5±4.2	6.7±2.6
	Rose	48±6.9	31.5±6.5	14.0±2.7	6.1±2.3
<i>A. gossypii</i>	Cucumber	105±16.3	13.7±3.8	19.0±13.1	49.9±9.6

Table 7. Effect of *A. gossypii* and *M. persicae* on the yellow *Ginkgo biloba* leaves extracts

Treatment	Dilution	Population density/pot				
		<i>A. gossypii</i>		<i>M. persicae</i>		
		1 DAT	2 DAT	1 DAT	2 DAT	3 DAT
YG-W80*	crude	62.9	17.8	85.3	93.6	105.2
	10×	115.0	47.1	91.2	88.4	81.3
	20×	92.9	55.5	96.8	58.9	51.9
	40×	106.0	89.8	99.3	70.5	60.7

*YG-W80; Yellow *Ginkgo biloba* extracts.Fig. 2. HPLC chromatogram of GG-W80 and YG-W80. HPLC (HPLC system, Sykam, German); detection: UV 219 nm; column: Luna 5 μ m C₁₈(2) 250×4.60 mm; flow rate: 1 ml/min; mobile phase: (H₂O : THF : MeOH = 68.5 : 10.5 : 21); injection volume: 20 μ l.Table 8. The weights of identified components from *Ginkgo biloba* leaves

Extracts	Weights of identified component*		
	bilobalide	ginkgolide A	ginkgolide B
GG-W80	61.1	3.7	24.3
YG-W80	21.4	-	4.6

*Weights of identified component was expressed in μ g/100 g of dried leaves.

살충성분. 푸른 은행잎과 노란 은행잎으로부터 열수추출하여 얻은 추출물의 HPLC chromatogram은 Fig. 2와 같다. 이를 bilobalide와 ginkgolide A, B의 표준품과 대조하여 분석한 결과는 Table 8과 같다. GG-W80에서 bilobalide와 ginkgolide A, B의 retention time은 각각 12.333 min, 17.450 min와 20.250 min이었다. YG-W80에서는 bilobalide와 ginkgolide B의 retention time이 각각 11.783 min와 19.500 min이었으며 ginkgolide A는 확인되지 않았다.

이와 같은 결과, 점박이응애와 진딧물에 대해 푸른 은행잎 추출물이 노란 은행잎 추출물 보다 살충효과가 우수한 것은 bilobalide와 ginkgolide A, B 성분에 의한 것임을 입증한다. Terpene계 화합물인 bilobalide와 ginkgolide A, B 등은 pieris

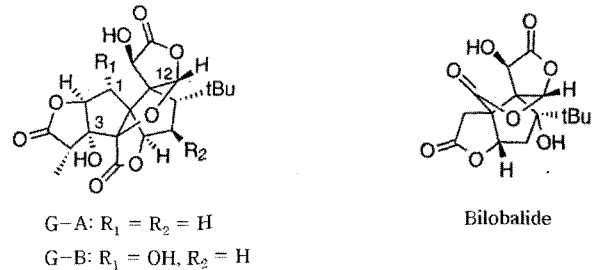


Fig. 3. Molecular structures of ginkgolides A, B and bilobalide.

rapae crucivora 유충에 대한 섭식저해물질로 보고되었으며¹⁶⁾, 벼멸구에 대한 강력한 살충성분임이 이미 밝혀졌다¹⁷⁾. 이와같이, 점박이응애에 대한 강한 살충효과를 나타내는 은행잎의 생리활성물질은 Fig. 3와 같이 trilactone구조를 갖는 terpene계 화합물인 bilobalide 및 ginkgolide A, B로 사료되며, 이들 성분을 포함한 은행잎 추출물은 점박이응애에 대한 생물학적 방제 가능성을 가지고 있음을 시사하였다.

초 록

천연식물자원으로부터 생물농약을 개발하기 위하여 점박이응애(*Tetranychus urticae*), 목화진딧물(*Aphis gossypii*)과 복숭아혹진딧물(*Myzus persicae*)에 대해 푸른은행잎 추출물(GG-W80)과 노란은행잎 추출물(YG-W80)의 살충효과와 기피효과를 leaf disk법과 유묘검정법에 의해 조사하였다. 점박이응애에 대한 살충효과는 GG-W80이 98.3%로 YG-W80의 20.0%보다 우수하였다. 점박이응애에 강한 살충효과를 보이는 생리활성물질은 high performance liquid chromatography(HPLC)를 이용해 동정하였다. 푸른은행잎 추출물에서는 각각 bilobalide 611 μ g/kg, ginkgolide A 37 μ g/kg와 ginkgolide B 243 μ g/kg가 동정되었으며, 노란은행잎 추출물에서는 bilobalide 214 μ g/kg와 ginkgolide B 46 μ g/kg가 동정되었으나 ginkgolide A는 확인되지 않았다. 이상의 결과는 은행잎에 존재하는 terpene계 화합물인 bilobalide와 ginkgolide A, B가 점박이응애에 살충력을 갖고 있음을 알수 있으며, 이들 성분을 포함한 은행잎 추출물이 점박이응애에 대한 생물학적 방제 가능성을 가지고 있음을 시사하였다.

Key words: 생물학적 방제, 점박이응애, 은행잎, 살충효과, bilobalide, ginkgolide A, ginkgolide B

감사의 글

이 논문은 2001년도 한국학술진흥재단의 지원에 의하여 연구 되었으므로 이에 감사드립니다(KRF-2001-015-GS0001).

참고문헌

- Nam, S. J., Kim K. U., Shin. D. H. and Hwang, S. J. (1997) Identification of biologically active substances from *Ginkgo biloba* L. *Kor. J. Weed Sci.* **17**, 421-430
- Kang, S. S., Koh, Y. M., Kim, J. S. and Lee, M. W. (1995) Phytochemical analysis of *Ginkgo biloba* yellow leaves. *Kor. J. Pharmacogn.* **26**, 23-26.
- Fukuda, T. (1932) The pharmacological effects of flavone groups. *Arch. Exptl. Path. Pharmacol.* **164**, 685-696.
- Jeney, A. V. and Czimmer, A. (1936) The action of quercetin and quercitrin on the ununjured and poisoned frog heart. *Arch. Exptl. Path. Pharmacol.* **183**, 571-579.
- Lang, Q., and Wai, C. M. (1999) An extraction method for determination of ginkgolides and bilobalide in ginkgo leaf extracts. *Anal. Chem.* **71**, 2929-2933.
- Lee, K. S. (1997) Evaluation on the effects of pesticide residues to agroecosystem in Korea. *Kor. J. Environ. Agri.* **16**, 80-93.
- Sawacki, R. M. (1979) Resistance of insects to insecticides. *Span.* **22**, 51-55.
- Lee, S. R. (1982) Overall assessment of organochlorine insecticide residues in Korean foods. *Kor. J. Food Sci. Technol.* **14**, 82-94.
- Koshihara, T. (1988) Chemical control of the diamondback moth in Japan. *Jap. Pesti. Information.* **53**, 14-17.
- Yang, H. S., Lee, D. H. and Lee, S. C. (1988) In *New agricultural chemicals*, Hyangmunsa, Seoul, Korea.
- Song, S. S. (1991) Resistance of Diamondback moth (*Plutella xylostella* L. : Yponomeutidae : Lepidoptera) against *Bacillus thuringiensis* Berliner. *Korean J. Appl. Entomol.* **30**, 291-293.
- Rhim, S. L. (1994) Development and trend of microbial pesticide using *Bacillus thuringiensis*. *Kor. J. Biotechnol. Bioeng. Bioeng. News* **1**, 24-35.
- Lee, S. Y., Yoo, J. S., Moon, S. J., Le, S. G. and Kim, C. S. (2003) Fumigant and repellency effects of terpence against the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). *Kor. J. Appl. Entomol.* **42**, 249-255.
- Jang, C., Hwang, I. C., Yu, Y. M. and Choe, K. R. (1998) Action properties and insecticidal effects of thiamethoxam to the melon aphid, *Aphis gossypii*, and diamondback moth, *plutella xylostella*. *Kor. J. Pesticide Sci.* **2**, 126-136.
- Kim, G. H. and Lee, Y. S. (1999) Selective toxicity of aphicides to the predator *Harmonia axyridis* (Coleoptera: Coccinellidae) and *Myzus persicae* (Homoptera: Aphididae). *Kor. J. Pesti. Sci.* **3**, 84-89.
- Matsumoto, T. and Sei, T. (1987) Antifeedant activities of *Ginkgo biloba* L. components against the larva of *pieris rapae crucivora*. *Agric. Biol. Chem.* **51**, 249-250.
- Ahn, Y. J., Kwon, M., Park, H. M. and Han, C. K. (1997) Potent insecticidal activity of *Ginkgo biloba* derived trilactone terpenes against *Nilaparvata lugens*. In *Phytochemicals for Pest Control*. ACS Symp. Ser. No. 658, Am. Chem. Soc., Washington, DC, pp. 90-105.