

서로 다른 보조제에 의한 acetamiprid 액제의 살충활성 증진효과

김형민* · 이원기 · 김종관 · 이창혁 · 유용만¹ · 황인천

(주)경농 중앙연구소, ¹충남대학교 농업생명과학대 응용생물학과

요약 : 본 연구는 서로 다른 보조제를 이용하여 살충제인 acetamiprid 4% 액제(SL)의 제조처방을 확립하고 생물활성 검정을 통하여 보조제에 의한 살충활성의 증가효과를 검토하고자 수행되었다. 시험에 사용된 보조제는 SS(Sodium alkylcarboxylate)와 PE(Polyoxyethylene alkyl ether) 두가지였으며, 기초적인 제제시험을 통하여 안정적인 액제 제조처방을 확립하고 선발된 보조제를 이용하여 각기 다른 4가지 제조처방을 가진 시제품을 제조하여 시험에 사용하였다. 각각의 시제품은 보조제 특성을 평가하기 위하여 기본적인 물리성을 측정하였고 오이를 대상으로 오이총채벌레(*Thrips palmi*) 및 목화진딧물(*Aphis gossypii*)에 대한 살충 활성을 비교하였다. 보조제가 첨가되지 않은 SL1의 경우, 보조제를 첨가하면서 표면장력이 44 dyne/cm에서 34 dyne/cm으로 감소하였고 접촉각은 SS와 PE의 혼합 보조제를 사용한 SL4에서 가장 낮은 값을 나타내었다. 오이 총채벌레 및 목화진딧물에 대한 살충활성은 보조제를 첨가함에 따라 증가하였고 단독 보조제를 사용한 SL2와 SL3보다는 SS와 PE의 혼합 보조제를 사용한 SL4에서 가장 우수한 활성을 나타내었다. 이상의 결과는 적절한 보조제의 선발에 의하여 살충제의 활성을 증가시킬 수 있고 이를 통하여 살충제의 처리량을 줄일 가능성이 있음을 보여주고 있다. (2004년 11월 23일 접수, 2004년 12월 20일 수리)

서론

보조제(adjuvants)란 농약 살포시 다양한 이화학적 성상을 변화시켜 농약 활성을 증진시키는 물질로서, 보조제의 성능은 많은 환경적, 생물학적인 요인들에 의해 영향을 받는다(Green, 2001). 그러므로 농약에서 보조제 사용에 의한 약효증진효과를 검토하려면 보조제가 농약이 살포되는 과정에서 어떻게 작용하는지를 알아야 한다. 또한 보조제의 이화학적 성질의 측정을 통하여 각각의 보조제의 친수부와 친유부가 어떻게 농약활성에 작용하는지를 이해하여야 한다. 이러한 과정을 통하여 보다 이상적인 보조제 조합과 새로운 보조제의 설계가 가능해지는 것이다(Reekmans, 1998).

일반적으로 희석식 농약 제제의 약효는 크게 두가지 과정에 의해 좌우된다. 살포입자의 전착과 확산 그리고 흡수/이행의 과정이 그것이다. 이 중에서 살포입자의 전착과 확산의 과정은 이차적인 작용기작인 흡수/이행을 위한 시발점이 된다는 측면에서 매우 중요하다(Green, 2001; Holloway, 1998). 보조제의 주요 용도는 농약의 전착량을 늘리고 확산성을 부여하여 농약활성을 증진시키는데 기여하는 것이다. 여기에는 살포입자의 수, 크기, 속

도, 표면장력, 휘발성, 비산, 작물체의 구조 등 다양한 이화학적 특성과 함께 보조제의 구조 등이 복잡하게 관여한다(Reekmans, 1998).

약효증진제로 알려진 보조제에는 alcohol, alkylphenol, sorbitan, alkylamine의 polyethoxylate와 organosilicone, mineral oil류가 주류를 이루고 있으며(Gaskin and Murray, 1998), polyethoxylate의 경우는 구조별 ethoxylation 정도에 따른 HLB (hydrophilic lipophilic balance)에 따라 효과의 차이를 보인다(Reekmans, 1998). 일반적으로 널리 쓰이는 alcohol ethoxylate 계통은 소수성 부위의 길이와 친수성 부위의 ethylene oxide 부가물수에 따라 상이한 효과를 나타내므로 각 농약특성에 따라 최적 조합을 찾는 것이 중요하다(Aven *et al.*, 1998; Nalewaja and Matysiak, 2001). 경우에 따라서 농약의 전착효과를 위하여 PVA 계통이 쓰이기도 하는데, PVA 계통의 경우는 일반적인 계면활성제와는 다른 작용기작으로 전착효과를 주는 것으로 알려져 있다(Holloway, 1998). 또한 최근에는 환경적인 문제 때문에 고분자나 alcohol alcoxylate와 같은 새로운 계면활성제에 대한 검토도 활발하게 진행되고 있다(Reekmans, 1998).

액제(SL, Soluble Concentrate)는 국내의 농약관리법상 액상으로서 물에 희석하였을 때 용해되는 농약을 말

*연락처

하는 것으로 주성분의 수용해도가 중요한 희석식 액상 제형이다(농업과학기술원, 1996). 액제는 물이나 기타 친수성 용제를 증량제로 사용하므로 매우 환경친화적이고 취급자에게 안전하다는 장점이 있지만, 염면 처리시 전착성과 내우성이 떨어지는 문제점을 가지고 있는 제형이다(Holloway, 1998; Mulqueen, 1998). 이에 따라 액제 제조시 약효증진을 위하여 보조제의 사용이 일반화되어 있으며 많은 연구가 이루어져 왔다. 액제에 사용되는 보조제로는 일반적인 alcohol ethoxylate 이외에 다양한 무기염 등도 검토되었다(Foy, 1998).

Chloronicotiny계 살충제인 acetamiprid는 과수와 채소의 진딧물, 나방, 총채벌레류에 적용되는 농약으로서 국내에서는 수화제, 수용제, 혼연제 등이 상품화되어 있으며(농약공업협회, 2004), 곤충의 신경계에 작용하여 접촉 및 소화중독을 일으키는 흡수/이행형 살

Table 1. Physico-chemical properties of acetamiprid (Tomlin, 2003)

Factor	Characteristics
Family	Neonicotinoid
Form	Colorless crystals
M.p.	98.9°C
V.p.	$<1 \times 10^{-3}$ mPa (25°C)
K _{ow}	logP = 0.80 (25°C)
Solubility	In water 4250 mg/l (25°C). Soluble in most organic solvents
Stability	Stable at pH 4,5,7 and under sunlight
Biochemistry	Agonist of the nicotinic acetylcholine receptor
Mode of action	Systemic insecticide with contact and stomach action
Use	Control of Hemiptera, especially aphids, Thysanoptera and Lepidoptera, by soil and foliar application, on a wide range of crops
History	Registered in Japan in 1995 and introduced by Nippon Soda

Table 2. Characteristics of adjuvants used for experiment

	Appearance	pH (5% aq. soln.)	Specific gravity
SS ^{a)}	liquid	6-8	1.04
PE ^{b)}	liquid	6-7	0.98

^{a)}SS: Sodium alkylcarboxylate, ^{b)}PE: Polyoxyethylene alkyl ether.

충제이다(표 1). 본 연구는 이러한 acetamiprid 살충제를 대상으로 서로 다른 기능을 가진 보조제를 이용하여 안정적인 액제 처방을 확립하고, 오이를 대상으로 오이총채벌레(*Thrips palmi*) 및 목화진딧물(*Aphis gossypii*)에 대한 살충활성을 액제 처방별로 비교하여 보조제에 의한 약효증진효과를 확인함으로써 농약의 제제개발에 있어서 적절한 보조제 선별을 위한 기초자료로 활용하고자 수행되었다.

재료 및 방법

보조제

시험에 사용된 보조제는 살충제의 전착성 및 침투성을 향상시킬 목적으로 음이온 및 비이온성인 두가지 계통의 보조제를 사용하였다. 사용한 보조제의 기초적인 이화학적 특성은 표 2와 같다. 음이온성 보조제인 SS (Sodium alkylcarboxylate)는 습윤성이 우수한 계면활성제이며, 비이온성 보조제인 PE(Polyoxyethylene alkyl ether)는 확산성이 우수한 계면활성제로서 두가지 모두 (주)코셀에서 공급받아 사용하였다.

살충제의 제제

살충제 acetamiprid 4% 액제의 시제품을 제조하기 위하여 유효성분인 acetamiprid는 순도 99%인 Nippon soda 원제를 사용하였고 보조용제로 사용한 glycol ether는 한농화성에서 공급받아 사용하였다.

제조방법은 기존에 알려져 있는 방법에 따라 acetamiprid 4% 액제 시제품을 제조하였다. 먼저 원제인 acetamiprid와 부가제인 보조용제, 보조제, 물을 계량/혼합한 다음, 기계식 교반기를 이용하여 완전히 용해될 때까지 충분히 교반하여 4종의 SL1, SL2, SL3, SL4의 시제품을 제조하였다(표 3).

이와 같이 제조한 시제품은 공정분석법에 따라 유효성분의 함량을 분석하고 희석액의 수용성 정도를 육안으로 확인한 다음, 물리성 측정 및 생물시험용 시료로 사용하였다.

Table 3. The recipes for four types of acetamidrid 4% SL(Soluble Concentrate)

	SL1	SL2	SL3	SL4
Acetamidrid(99%up)	4.2	4.2	4.2	4.2
Co-solvent ^{a)}	50.0	50.0	50.0	50.0
SS ^{b)}	-	5.0	-	2.5
PE ^{c)}	-	-	5.0	2.5
Water	Rest	Rest	Rest	Rest
Total	100	100	100	100

^{a)} Co-solvent: Glycol ether, ^{b)} SS: Sodium alkylcarboxylate, ^{c)} PE: Polyoxyethylene alkyl ether.

Table 4. Physical properties of four types of acetamidrid 4% SL(Soluble Concentrate)

	SL1	SL2	SL3	SL4
pH (5% aq. soln.)	6.7	7.2	6.9	7.0
Specific gravity	1.07	1.08	1.08	1.08
Viscosity(cps)	<50	<50	<50	<50
Surface tension(dyne/cm)	44.1	34.4	34.2	34.2
Contact angle	36.9	22.3	25.8	14.6

물리성의 측정

각각의 시제품들은 물리성 비교를 위하여 농약관리법에 명시된 액제의 검토항목(농업과학기술원, 1996)인 pH, 비중, 표면장력과 함께 점도, 접촉각 등을 측정하였다. 측정방법은 pH, 비중, 점도의 경우는 CIPAC method(Dorbat and Martijn, 1995)로, 표면장력과 접촉각은 각각 Du Nouy ring method와 tangent method에 의하여 측정하였다.

또한 처방별 잎 표면에서의 거동특성을 간이적으로 알아보고자 각각의 시료를 실제 처리농도인 1,000배로 희석한 다음, 희석액 일정량을 실제 오이 잎에 떨어뜨려 희석액의 퍼짐성을 시각적으로 비교하였다.

생물활성의 측정

본 시험은 경상북도 경주시의 (주)경농 중앙연구소 비닐하우스 포장에서 목화진딧물과 오이총채벌레 방제효과 시험을 각각 2월 12일, 5월 14일에 정식된 오이(백미백다다기)에서 수행하였다. 4종의 acetamidrid 4% 액제 시제품에 대한 약효를 비교, 평가하기 위하여 유통중인 acetamidrid 수화제(모스피란, 8%)를 대조로 사용했으며, 사용된 약제의 일반명, 제형, 유효성분량 및 사용농도는 표 5와 같다.

오이총채벌레(*Thrips palmi*)는 사전밀도를 조사한 다음, 7일 간격으로 2회 약제를 분무처리한 후 3, 7일째 밀도를

조사하였다. 목화진딧물(*Aphis gossypii*)은 사전밀도를 조사한 다음, 약제를 분무처리 한 후 3, 7, 14, 21일째 밀도를 조사하여 약효를 평가하였다. 약제처리는 배부식 동력분무기를 사용하였으며, 약효조사는 구당 10주 이상에 대하여 생충수를 조사하여 방제가를 계산하였다.

방제가는 처리전 밀도를 기초로 처리후 밀도를 보정하고 이를 다시 무처리에 대한 보정 살충율로서 환산하여 표시하였다(Abbott, 1925).

결과 및 고찰

액제(SL, Soluble Concentrate)는 액상으로서 물에 희석하였을 때 용해되는 제형이므로 최적의 처방을 확립하기 위하여 적절한 용매를 이용하는 것이 필수적이다(Knowles, 1998). 살충제인 acetamidrid의 경우, 이화학적 특성상 비교적 수용성이 우수한 약제이지만(표 1) 4% 액제의 제조하기 위해서는 증량제인 물 이외에 보조용제의 선발이 필요하였다. 이에 따라 살충제인 acetamidrid에 대한 용해력이 우수하면서도 증량제인 물과의 혼용성이 뛰어난 보조용제를 검토한 결과, 작업자 및 환경에도 안전한 glycol ether를 선발하여 사용하였다. 용해도 검토를 통하여 보조용제인 glycol ether의 사용량은 50%로 정하여 기본처방인 SL1을 확립하였으며(표 3), 이를 기초로 하여 두가지 보조제인 SS와 PE를 사용한

Table 5. Common name, active ingredient(AI), formulation and concentration of insecticides used in efficacy study

Common name	AI(%)	Formulation	Concentration(ppm)	
			<i>Thrips palmi</i>	<i>Aphis gossypii</i>
Acetamiprid	8	WP ^{a)}		
		SL ^{b)} 1		
	4	SL 2	20, 40	20
		SL 3		
		SL 4		

^{a)} WP: Wettable Powder, ^{b)} SL: Soluble Concentrate

SL2, SL3, SL4를 제조하였다. 보조제의 사용 함량은 5%로 고정하였고 보조제의 효과를 비교하고자 단독 또는 혼합 사용하였다(표 3).

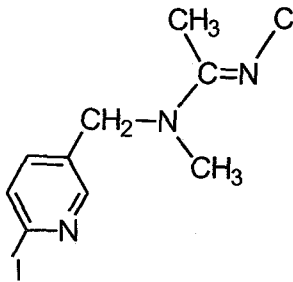


Fig. 1. Structural formula of acetamiprid [((E)-N¹-[(6-chloro-3-pyridyl)methyl]-N²-cyano-N-methylacetamidine)].

상기의 과정을 통하여 제조된 4종의 시제품들은 물리성 비교검토를 위하여 pH, 비중, 점도, 표면장력, 접촉각 등을 측정한 결과, 제조 처방별로 pH, 비중, 점도는 차이를 보이지 않았으나 표면장력과 접촉각은 제조 처방별로 큰 차이를 보였다(표 4). 표면장력의 경우, 보조제가 첨가되지 않은 시제품 SL1이 가장 높은 수치를 보였으며 보조제가 첨가된 나머지 3종의 시제품, SL2, SL3, SL4는 차이가 없었다. 이에 따라 사용된 보조제에 의한 표면장력 저하효과는 인정되었으나 혼합사용에 의한 상승효과는 없는 것으로 판단되었다. 반면, 접촉각의 경우는 보조제가 첨가되지 않은 SL1이 가장 높은 수치를 보였다. 보조제의 첨가에 의하여 접촉각은 감소하였으며 보조제 SS와 PE를 혼합 사용한 SL4가 가장 낮은 값을 나타내었다. 이는 사용된 보조제가 시료의 접촉각을 감소시키는 작용을 하였기 때문에 이러한 작용은 서로 다른 두가지 계통의 보조제를 혼합 사용할 경우 더 큰 상승작용을 나타내는 것으로 판단되었다. 이러한 보조제에 의한

표면장력 및 접촉각의 강하효과는 희석액이 실제 엽면에 처리되었을 때 확산성 및 전착성을 증진시키는 효과를 기대할 수 있다(Holloway, 1998). 실제로 이러한 효과를 시각적으로 확인하고자 각각의 시제품들을 실제 사용농도로 희석한 다음, 오이 잎에 처리한 결과, 보조제가 첨가되지 않은 SL1에 비하여 보조제가 첨가된 SL2, SL3, SL4의 희석액이 보다 쉽게 확산됨을 확인할 수 있었다(그림 2).

일반적으로 농약을 처리하면 농약은 작물체 잎면에 부착되어지고 부착된 농약은 흡수, 이행과정을 거쳐 작용점에 도달하게 된다(Green, 2001). 이때 농약이 작물체 엽면에 부착하는 과정은 작용점에 도달하는 농약의 절대량을 좌우하므로 약효발현을 위하여 매우 중요하다. 그러므로 SS와 PE를 혼합한 보조제를 사용한 SL4의 경우, 표면장력과 접촉각이 감소하고 이로 인하여 실제 엽면에서의 확산성이 개선된 것으로 보아 농약이 작용점에 도달하는 절대량을 증진시킴으로써 약효가 상승될 수 있음을 간접적으로 보여주는 것이다(Ford and Salt, 1987).

이에 따라 각각의 액체에 대하여 살충활성을 비교하고자 오이를 대상으로 오이총채벌레(*Thrips palmi*)와 목화진딧물(*Aphis gossypii*)에 대하여 방제효과 시험을 실시한 결과, 오이총채벌레(*Thrips palmi*)에 대한 살충활성은 보조제가 첨가되지 않은 SL1의 경우 대조약제인 수화제에 비하여 다소 약효가 떨어졌으나 보조제의 첨가에 의하여 약효는 증진되었다. SS와 PE를 혼합 첨가한 SL4는 대조약제인 수화제와 동등한 수준의 약효를 보였으며 약효지속기간은 7일 이상 되는 것으로 나타났다(그림 3). 목화진딧물(*Aphis gossypii*)에 대한 살충활성의 경우, 기준량으로 처리된 시험에서는 초기부터 시제품간 차이없이 우수한 활성을 보였으며 약제 처리후 21일까지도 80% 이상의 활성을 유지하였으나 시간이 경과하면서 보조제

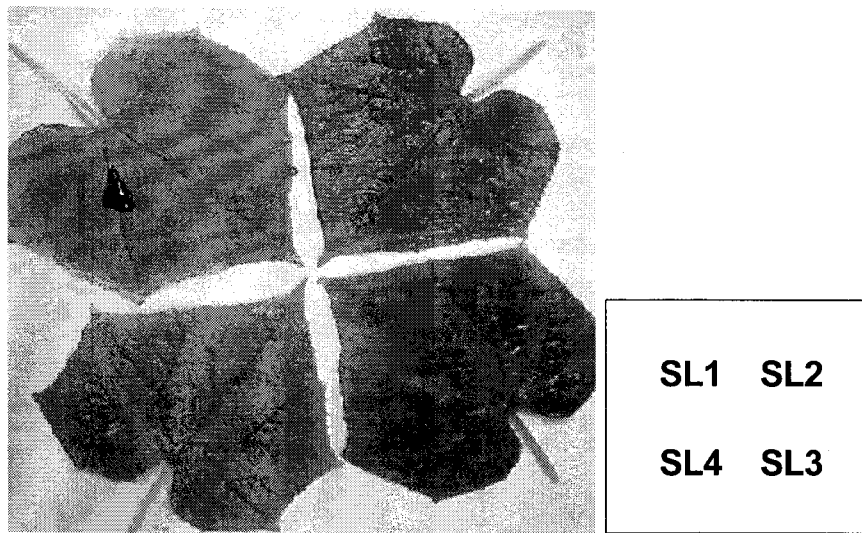


Fig. 2. Spreading patterns of four types of acetamidrid 4% SL(Soluble Concentrate) with different adjuvants on cucumber leaf. Each SL was diluted in 1 ml/L and 0.2 ml of diluted SL was dropped.

SS와 PE를 혼합 사용한 SL4를 제외한 나머지 시제품들은 약효가 조금씩 떨어지는 현상을 보였다(그림 4A). 반면 처방간의 차이를 비교하고자 반량으로 처리된 시험에서는 보조제가 첨가되지 않은 SL1의 경우, 초기에는 우수한 활성을 보였으나 약제 처리 7일 후부터 급격하게 활성이 감소되었고, 보조제가 첨가된 액제의 경우는 약제 처리 후 21일까지도 90%이상의 우수한 활성을 보였다. 보조제의 종류별로 비교하여 보면 음이온성 보조제 SS를 사용한 SL2보다는 비이온성 보조제 PE를 사용한 SL3의 효과가 더 우수하였고, 보조제를 단독으로 사용하는 것(SL2, SL3) 보다는 SS와 PE를 혼합 사용한 시제품 SL4가 더 우수한 살충활성 및 약효지속효과를 보였다(그림 4B).

이러한 결과는 이미 많은 연구자에 의하여 확인된

polyethoxylate계통의 비이온성 보조제의 약효증진효과와 일치하는 것으로서(Aven *et al.*, 1998; Nalewaja and Matysiak, 2001; Thomas *et al.*, 1998) 시험에 사용된 비이온성 보조제인 PE가 acetamidrid 4% 액제의 약효상승에 효과적임을 나타내 주는 것이다. 보조제의 주요 용도는 농약의 전착량을 늘리고 확산성을 부여하여 농약 활성을 증진시키는데 기여하는 것이다. 그러나 일반적으로 보조제는 전착성이 좋으면 확산성이 떨어지고 확산성이 좋으면 전착성이 나빠지게 되므로 처방확립을 위한 보조제를 선택할 경우 이러한 특성의 균형을 잡는 것이 매우 중요하다(Holloway, 1998). 그런 측면에서 음이온성 보조제인 SS를 혼합하였을 경우 약효증진효과가 상승하였다는 것은 이러한 전착성과 확산성의 균형에 의

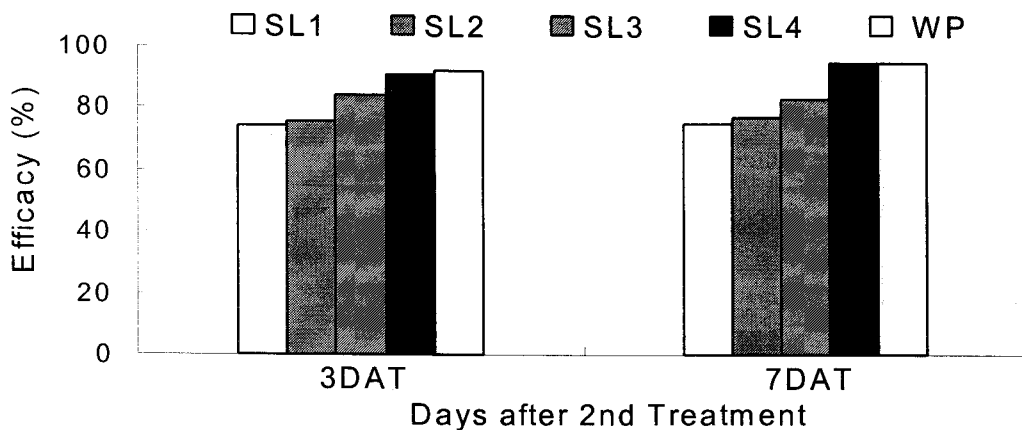


Fig. 3. Control effects of four types of acetamidrid 4% SL(Soluble Concentrate) and acetamidrid 8% WP(Wettable Powder) against *Thrips palmi* on cucumber. Each insecticide was sprayed with 40 ppm.

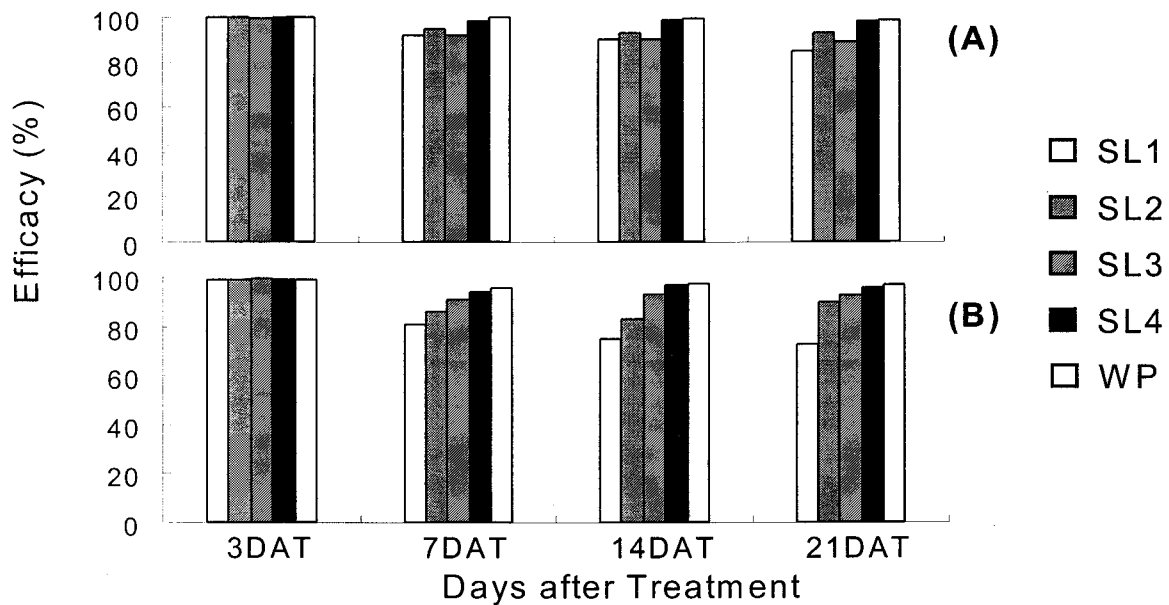


Fig. 4. Control effects of four types of acetamiprid 4% SL(Soluble Concentrate) and acetamiprid 8% WP(Wettable Powder) against *Aphis gossypii* on cucumber. Each insecticide was sprayed with 40ppm (A) and 20ppm (B).

한 상승효과라고 예상되어 진다.

결국 이상의 결과로부터 살충제의 활성은 보조제의 사용에 의하여 증진될 수 있고 보조제를 적절히 조합하면 그 효과는 상승되며, 이를 통하여 살충제의 처리량을 줄일 가능성이 있음을 확인하였다.

인용문헌

- Abbott, W. S. (1925) A method of computing the effectiveness of an insecticide. *J. Econ. Entomol.* 18:265~267.
- Aven, M., G. Noga and M. Reuter (1998) Effect of alcohol ethoxylate surfactants on the penetration and efficacy of the fungicide dimethomorph in grapevine leaves. pp.176~181, *In Proceeding of 5th International Symposium on Adjuvants for Agrochemicals* (ed. P. M. McMullan), Memphis, USA.
- Dobrat, W. and A. Martijn (1995) CIPAC Handbook vol. F - Physico-chemical methods for technical and formulated pesticides, Collaborative International Pesticides Analytical Council Ltd., UK.
- Ford, M. G. and D. W. Salt (1987) Behaviour of insecticide deposits and their transfer from plant to insect surfaces. pp.26~81, *In Pesticides on Plant*

Surfaces - Critical reports on applied chemistry vol. 18 (ed. H.J. Cottrell), John Wiley & Sons, UK.

- Foy, C. L. (1998) The challenges and opportunities of adjuvants and biological performance. pp.155~169, *In Proceeding of 5th International Symposium on Adjuvants for Agrochemicals* (ed. P. M. McMullan), Memphis, USA.
- Gaskin, R. E. and R. J. Murray (1998) Adjuvants to improve insecticidal activity of diazinon on kiwifruit. pp.217~222, *In Proceeding of 5th International Symposium on Adjuvants for Agrochemicals* (ed. P. M. McMullan), Memphis, USA.
- Green, J. M. (2001) Factors that influence adjuvant performance. pp.179~190, *In Proceeding of 6th International Symposium on Adjuvants for Agrochemicals ISAA 2001* (ed. Hana de Ruitter), Amsterdam, The Netherlands.
- Holloway P. J. (1998) Improving agrochemical performance : possible mechanisms for adjuvany. pp.232~263, *In Chemistry and Technology of Agrochemical Formulations* (ed. D. A. Knowles), Kluwer Academic Publishers, UK.
- Knowles, D. A. (1998) Formulation of agrochemicals. pp.44~45, *In Chemistry and Technology of Agro-*

- chemical Formulations (ed. D. A. Knowles), Kluwer Academic Publishers, UK.
- Mulqueen P. J. (1998) Safer formulations of agrochemicals. pp.121~157, *In Chemistry and Technology of Agrochemical Formulations* (ed. D. A. Knowles), Kluwer Academic Publishers, UK.
- Nalewaja, J.D. and R. Matysiak (2001) Linear alcohol ethoxylate surfactants with nicosuluron. pp.209~217, *In Proceeding of 6th International Symposium on Adjuvants for Agrochemicals ISAA 2001* (ed. Hana de Ruiter), Amsterdam, The Netherlands.
- Reekmans, S. (1998) Novel surfactants and adjuvants for agrochemicals. pp.212~231, *In Chemistry and Technology of Agrochemical Formulations* (ed. D. A. Knowles), Kluwer Academic Publishers, UK.
- Thomas, J. M., F. Yopp and T. Clark (1998) Enhancement of insecticide efficacy by novel adjuvants. pp.347~351, *In Proceeding of 5th International Symposium on Adjuvants for Agrochemicals* (ed. P. M. McMullan), Memphis, USA.
- Tomlin, C. D. S. (2003) *The Pesticide Manual* (13th edition). British Crop Protection Council, Survey, UK, pp.7~8.
- 농약공업협회 (2004) 2004 농약사용지침서. pp.400~402, 농약공업협회, 한국.
- 농업과학기술원 (1996) 농약의 검사방법. pp.3~7, 농업과학기술원고시 제1996-2호.

Enhancement of insecticidal efficacy of acetamiprid soluble concentrates using different adjuvants

Hyeong-Min Kim*, Weon-Kee Lee, Jong-Kwan Kim, Chang-Hyuk Lee, Yong-Man Yu¹ and In-Cheon Hwang(*Central Research Institute, Kyung Nong Co., Gyeongju 780-110, Korea and ¹Department of Applied Biology, College of Agriculture and Life Sciences, Chungnam National University, Daejeon, 305-764, Korea*)

Abstract : The studies were undertaken to establish optimum formulation recipes of acetamiprid 4% SL(soluble concentrate) using different adjuvants and to evaluate enhanced control effects on target insect pests by adjuvants. Adjuvants for the studies used were SS(Sodium alkylcarboxylate) and PE(Polyoxyethylene alkyl ether). After the fundamental recipe for SL being established by using co-solvent for stability at low temperature, four types of SL were formulated. The physical properties and insecticidal efficacies of the tested SL formulations were investigated. Surface tension of SL1 without adjuvant was highly decreased from 44 dyne/cm to 34 dyne/cm by addition of adjuvants. SL4 using mixed adjuvant showed the lowest contact angle. Efficacies of SL1 without adjuvant against the palm thrips (*Thrips palmi*) and the cotton aphid (*Aphis gossypii*) on cucumber were increased by adding adjuvants. SL4 using mixed adjuvant showed higher efficacy than SL2 and SL3 using single adjuvant. These results have demonstrated that the selected adjuvants could be used to enhance insecticide efficacy and reduce spray dose of insecticide.

Key word : soluble concentrate, adjuvants, insecticide, acetamiprid.

*Corresponding author (Fax : +82-54-776-0139, E-mail : hmkim@knco.co.kr)