

흰줄숲모기에 대한 모기기피제의 효과비교

강신호 · 장선아 · 한종빈 · 서동규 · 송치훈 · 김민기 · 김영림¹ · 최선희¹ · 김인규¹ · 김길하*
충북대학교 농업생명환경대학 식물외학과, ¹식품의약품안전청 의약품평가부

Comparative Efficacy of Mosquito Repellents against *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae)

Shin-Ho Kang, Sun-Ah Jang, Jong-Been Han, Dong-Kyu Seo, Chi-Hun Song, Min-Ki Kim, Young-Lim Kim¹, Seon-Hee Choi¹, In-Kyu Kim¹ and Gil-Hah Kim*

Department of Plant Medicine, Chungbuk National University, Cheongju 361-763, Korea

¹Drug Evaluation Department, Korea Food & Drug Administration, 5 Nokbun-dong, Eunpyung-ku, Seoul., 122-704, Korea

ABSTRACT : We investigated the repellency of eight mosquito repellents against *Culex pipiens pallens* and *Aedes albopictus*, and the quantity of DEETs were analysed by using gas chromatography. *Ae. albopictus* showed higher bloodsucking efficacy than *Cx. pipiens pallens* of the two subjects mouse and human hands, and human hand was more efficacious method for mosquito bloodsucking efficacy than mouse. Among the eight repellents were tested with mouse as subjects for eight hours, product C, G, and H were high repellency than others. In the case of human hands as subject, product C was highly effective than above other products. The DEET quantities of eight repellants varied from 7.31 g to 38.9 g in 100 g contents and we ascertained that there was a correlation between mosquito repellency and the DEET quantities remained after the treatments. It was evidenced from the long term test with shirt piece, in this test the *Ae. albopictus* attack was increased when the DEET quantity decreased below 40%.

KEY WORDS : *Aedes albopictus*, Mosquito repellent, Repellency, DEET(*N,N*-diethyl-*m*-toluamide)

초 록 : 모기기피제로 사용되고 있는 에어로졸제 4개, 액제 3개, 그리고 로션제 1개 제품에 대하여 흰줄숲모기(*Aedes albopictus*)와 빨간집모기(*Culex pipiens pallens*)의 기피력을 조사하고, 기피 주성분인 DEET의 함량을 분석하였다. 쥐를 대상으로 했을 때 흰줄숲모기는 빨간집모기에 비해 흡혈 공격력이 높았으며, 흡혈 대상으로는 쥐(mouse)보다 사람의 손을 더 선호하였다. 쥐를 이용한 모기기피제의 기피력 평가에서, C 제품, G 제품, H 제품이 높은 기피력을 나타냈다. 이들 기피제를 사람 손을 흡혈 대상으로 평가한 결과, 3개 약제 모두 2시간 동안은 100%의 기피효과를 나타내었으나 그 이후는 떨어졌으며, C 제품이 효과가 좋았다. GC를 통한 DEET의 분석에서 8종 모기기피제의 내용물 100 g 중량 내 7.31 g에서 38.9 g으로 제품 내 다양한 함량을 나타내었으며, 제품 내 처리된 DEET의 함량과 기피력의 상관관계는 정비례하지 않았다. 면포를 이용한 DEET 잔존량 대비 모기 기피력 평가에서 DEET의 함량이 약 40% 이하로 떨어지면서 흰줄숲모기의 흡혈이 이루어지기 시작했다.

검색어 : 빨간집모기, 흰줄숲모기, 모기기피제, 기피력, DEET(디에틸톨루아미드)

전 세계적으로 모기는 뇌염(encephalitis), 뎅그열(dengue hemorrhagic fever), 말라리아(malaria) 등과 같은 질

병의 주요 매개원이며, 매년 7억 이상의 사람들에게 병을 옮기고 그 중 말라리아의 경우 매년 3백만 이상의 소중환

*Corresponding author. E-mail: khkim@chungbuk.ac.kr

목숨이 모기의 전염에 의해 전염된 병으로부터 빼앗긴다 (Mark *et al.*, 2002 ; Rozendaal, 1997). 이러한 모기의 공격으로부터 보호방법은 다양한 환경에서 여러 가지 방법으로 접근해 왔으며 그 중 대표적인 방법은 기피제의 사용이다. 모기기피제는 식물성분(natural compounds)과 화합물(synthetic compounds)로 나눌 수 있고, 식물성분으로는 citronella, eucalyptus, tea tree 그리고 cedarwood 추출물 등이 널리 알려졌으며(Frances and Cooper, 2002), 또한 국내에서는 최근 fennel 및 neem oil이 소개되었다(Kim *et al.*, 2004; Lee *et al.*, 2004).

모기 기피를 위해 세계적으로 가장 널리 사용되는 화합물은 DEET(*N,N*-diethyl-*m*-toluamide 또는 *N,N*-diethyl-3-methylbenzamide)이다. DEET는 1946년 미군에 의해 처음 사용되어졌고, 1957년 이후 전 세계적으로 보급되어 거의 반세기 이상이 지난 지금까지 가장 널리 사용되는 상업적으로 성공한 성분이다(Peterson and Coats, 2001). DEET를 이용한 기피제 제형으로는 에어로졸, 펌프 스프레이, 로션, 크림, 액제 그리고 손목밴드 등이 소개되고 있으며, 모기의 기피효과는 DEET의 농도에 직접적으로 비례한다고 보고되었다(Safety tips on using personal insect repellent. 2003 ; Koren *et al.*, 2003). 또한 제품 내 사용 농도는 다양하며, 피부, 경구 독성 등 여러 측면에서 인체 안전성이 입증되었으나 높은 피부 침투성(skin permeability) 때문에 임산부나 어린아이 등에서 아직 그 안전성이 입증되지 않아 사용농도는 제한받고 있다(Koren *et al.*, 2003 ; Qiu *et al.*, 1997). DEET의 기피효력은 모기 이외에도 진드기, 벼룩, 빈대 등까지 미치는 범용기피제(broad-spectrum repellent)로써 야외에서 유용하지만 더운 날 땀이나 비 등에 의하여 쉽게 소실될 수 있으며, 플라스틱이나 합성섬유 등에 변색을 초래하는 문제점을 안고 있다(Rueda *et al.* 1998). 이러한 DEET를 대체하기 위하여 많은 연구가 이루어졌으며, 대표적으로는 KBR 3023(1-methyl-propyl 2-(2-hydroxyethyl)-1-piperidinecarboxylate), CIC-4(2-hydroxymethylcyclohexyl acetic acid lactone), IR3535(ethylbutylacetamino propionate), A13-37220(2-methylpiperidinyl-3-cyclohexen-1-carboxamide) 등이 있고(Badolo *et al.*, 2004; Costantini *et al.*, 2004; Frances *et al.*, 1998; Klun *et al.*, 2000; Thavara *et al.*, 2001), DEET의 유사화합물로써 *N,N*-diethyl phenylacetamide에 대한 기피력 평가도 이루어졌으나 DEET의 효력에 미치지 못했다(Debboun and Wagman, 2004; Sadanandane *et al.*, 2001). 하지만 최근 소개된 1-methyl-propyl 2-(2-hydroxyethyl)-1-piperidinecarboxylate (KBR

3023 또는 bayrepel)는 DEET와의 비교평가에서 동등 이상의 기피효력을 나타내는 것으로 보고되며 새로운 모기기피제로써 소개되고 있다(Frances *et al.*, 2004).

본 연구에서는 국내 시장에 판매중인 에어로졸(4종), 액제(3종), 로션제(1종) 등 8종의 모기 기피제를 사용하여 기피효과를 검정하고, 기피 주성분의 함량을 분석하였다. 또 제품 처리 후 잔존하는 DEET의 함량과 비례하여 모기의 기피력이 어느 정도 지속되는지를 조사하였다.

재료 및 방법

모기사육

빨간집모기(*Culex pipiens pallens*)와 흰줄숲모기(*Aedes albopictus*)는 충북 청주 문의면에서 유충을 채집, 누대 사육하였다. 성충은 사육망(40×27×30 cm)에서 설탕물(10%)을 공급해 주었으며, 흡혈을 위하여 쥐(mouse)를 넣어주었고, 사육실 조건은 온도 28 ± 3 °C와 상대습도 80 ± 10%, 광 조건은 16 : 8 (L : D)로 유지하면서, 난괴를 수거하여 유충사육 플라스틱 용기(23×30×7 cm)에 옮겨주었고, 번데기는 매일 건져 성충 사육망에서 우화시키며 단계별로 사육하였다.

모기기피제 및 시약

실험을 위하여 제형별로 국내 시중에서 쉽게 접할 수 있는 제품을 사용했으며, 에어로졸제로는 A 제품(Y사), B 제품(F사), C 제품(S제약), D 제품(J사)을 사용하였고, 액제로는 G 제품(S사), E 제품(H사), F 제품(J사)을 사용하였으며, 로션제로는 H 제품(N사)을 사용하였다. 제품 내 기피주성분의 함량을 분석하기 위하여 standard로 DEET (*N,N*-diethyl-*m*-toluamide)와 diphenyl phthalate를 Aldrich에서 구입하여 사용하였으며, 각각의 순도는 97%, 99% 였다.

기피검정법

가로 80×세로 30×높이 40 cm 규격의 Release-in-cage 상형장치(Kim *et al.*, 2004)를 변형 제작하여 쥐(mouse)를 흡혈대상으로 두 종의 모기에 대하여 흡혈 공격력을 실험했고(Fig. 1), 이때 적용된 쥐의 평균 몸무게는 58.0 ± 0.8 g인 암컷이다. 일반 기피력 실험은 가로 60×세로 30

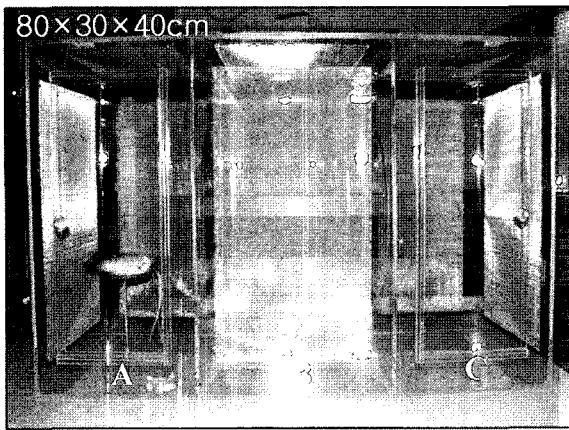


Fig. 1. Release-in-cage composed to A, B and C part.

×높이 36 cm 규격의 기피실험 장치에 두 손을 상형장치 안으로 넣을 수 있도록 2개의 구멍을 두었고, 그 구멍으로부터 토시를 연결하여 사람의 손과 쥐를 이용한 생물검정 시 조작의 편리성 및 손목과 앞 팔 부분을 모기의 공격으로부터 보호하도록 했다. 사람의 손을 이용한 기피력 평가는 세 명의 성인 지원자 손을 이용했고, 한쪽 손은 처리구로, 다른 한쪽 손은 대조구로 했다. 처리구 손은 실험 전 0.12 g의 기피제를 손목부위까지 문질러 주었고, 각 시간대 별로 5분 씩 노출시켜 8시간까지 모기에 대한 각 제품의 기피력을 평가했다. 또한 쥐를 이용한 평가에서는 동일하게 기피제 0.12 g을 쥐의 몸 전체에 고르게 바른 후 동일하게 흡혈력을 평가했다(Fig. 2A).

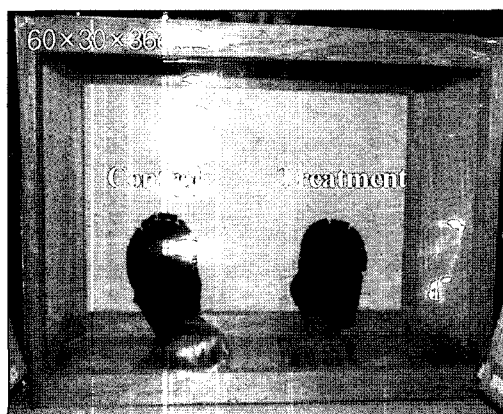
모기기피제의 지속성 평가는 제품의 내용물과 반응이 일어나지 않는 면포를 구입하여 끓는 물에 10분 동안 면포

를 세척한 후 완전히 말려서 C 제품 0.12 g을 준비된 면포(Φ 5.5 cm)에 처리(5 mg/cm^2)한 후, 직사광선이 들지 않는 실온에서 0, 4, 8, 12, 16일 동안 휘산시켰다. 기피실험은 일반 상형장치($60 \times 30 \times 36 \text{ cm}$)를 이용하였으며(Fig. 2B), 손 등 면을 5.5 cm 직경으로 등글게 뚫은 고무장갑 위에 C 제품이 처리된 면포를 올리고 기피력 평가를 실시하였다.

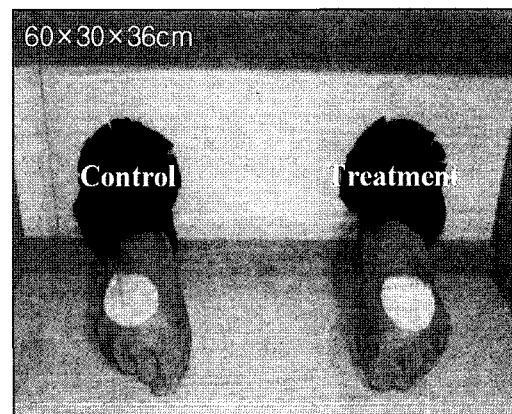
기피제 주성분의 분석

에어로졸제, 액제, 로션제에 대한 각 제품의 DEET 함량 분석은 식품의약품안전청의 ‘기준 및 시험방법’에 준하여 GC 분석을 수행했고(KFDA bulletin), 분석 조건은 HP-1 ($0.25 \text{ mm} \times 30 \text{ m}$) 컬럼으로 $60 \sim 250^\circ\text{C}$ ($8^\circ\text{C}/\text{min}$)의 오븐 조건에서 FID로 검출하였다. 에어로졸 제품은 -10°C 의 냉동 조건에서 overnight한 후 작은 구멍을 뚫어 용기 내 분사제를 완전히 휘산시킨 후 남아있는 내용액을 실험에 적용하였다.

시간 경과에 따른 DEET의 잔존량 실험은 면포($20 \times 10 \text{ cm}$)에 1 g의 C 제품 제품을 처리구 당 3반복 씩 정확히 처리했으며, 이때 1 g은 면포를 이용한 기피실험의 0.12 g과 단위면적당 동일 비율의 양(5 mg/cm^2)이다. 처리된 면포는 직사광선이 들지 않는 실온에서 기피 주성분을 0, 4, 8, 12, 16일까지 각 날짜별로 휘산시켰다. 수거된 면포는 50 ml의 아세톤을 1차적으로 가한 후 1분 간 교반하였고, 10 ml의 내부표준액(0.5% dephenyl phthalate)을 넣어준 후 다시 아세톤으로 100 ml 적정하여 2차 교반 후, 식품의약품안전청의 ‘기준 및 시험방법’에 따라 GC로



(A)



(B)

Fig. 2. Methods of repellency test using naked hands of volunteer (A) and shirt piece on rubber gloves worn over the hands (B).

Table 1. Comparison of the bloodsucking against *Cx. pipiens pallens* and *Ae. albopictus* female adult on mouse

Mosquito	Accumulated no. of bloodsucking female adults (%) (\pm SD) for 5min in each hour				
	1h	2h	4h	6h	8h
<i>Cx. pipiens pallens</i>	3.8 ^{a)} \pm 1.9b ^{b)}	4.8 \pm 2.9b	6.7 \pm 1.9b	13.3 \pm 3.8b	14.3 \pm 4.8b
<i>Ae. albopictus</i>	14.8 \pm 5.9a	24.6 \pm 4.3a	27.9 \pm 6.6a	31.2 \pm 8.2a	32.8 \pm 7.5a

^{a)} Sample size, n=100 female adult

^{b)} Means followed by same letter are not significantly different ($P=0.05$ t-test, SAS Institute, 1991).

DEET의 잔존량을 분석하였다.

통계분석

모기의 기피효과는 Tukey's studentized range test와 t-test (SAS Institute, 1991)로 비교하였다.

결과 및 고찰

기피제의 기피력 평가

Fig. 1의 방법으로 쥐(mouse)를 이용하여 빨간집모기 (*Cx. pipiens pallens*)와 흰줄숲모기(*Ae. albopictus*)에 대한 흡혈력을 비교한 결과(Table 1), 흰줄숲모기가 높은 흡혈 공격력을 나타냈고, 흡혈을 한 모기는 복부를 직접 보고 파악했다. 또한 공격력이 높은 흰줄숲모기를 이용하여 Fig. 2A의 방법으로 쥐와 사람의 손에 대한 흡혈대상 선호도를 평가한 결과(Fig. 3), 사람의 손에서 높은 공격력을 나타냈다.

상기의 결과를 기초로 이후의 모기기피제에 대한 기피력 평가를 수행하였으며, 먼저 국내 모기기피제 8종에 대하여 쥐에 대한 흡혈 공격력이 높은 흰줄숲모기를 이용하여 평가한 결과는 Table 2와 같았다. C 제품(에어로졸제), G 제품(액제), H 제품(로션제)이 8시간까지 100%의 기피율을 나타냈으며, A 제품(에어로졸), B 제품(에어로졸), D 제품(에어로졸), E 제품(액제), F 제품(액제)은 2시간까지 높은 기피효과를 보였지만 그 이후 시간이 경과하면서 점점 기피율이 떨어졌다. 높은 기피율을 나타낸 C 제품, G 제품, H 제품에 대하여 선호도가 높은 사람 손을 흡혈 대상으로 직접 이용하여 일반 상형장치(Fig. 2B)에서 재평가를 실시하였다. 실험결과, 3종류의 기피제 모두 2시간까지는 100%의 기피력을 나타내었으나, 그 이후 서서히 떨어지는 현상을 보였다(Table 3). 본 실험 결과, 국내 모기기피제 8종에 대한 기피력은 C 제품 > H 제품

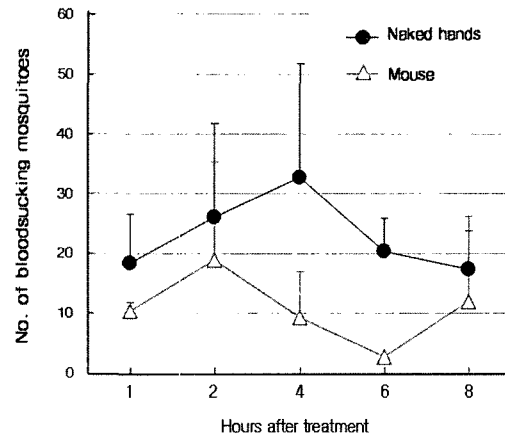


Fig. 3. Bloodsucking preference of the *Ae. albopictus* female adult between naked hands and mouse.

> G 제품 > A 제품 \approx B 제품 \approx D 제품(에어로졸제) > F 제품(액제) > E 제품 순이었다.

Barnard and Xue(2004)는 흰줄숲모기 외 2종의 모기에 대한 기피력 평가에서 DEET 주성분인 OFF!(15%)나 Skinstation(7%)이 기피력을 나타내고 있으며, KBR 3023 과 lemon eucalyptus(65%, *p*-menthane-3,8-diol), 일부 식물정유 혼합성분 등이 우수한 기피력을 보이고, IR3535 및 citronella, geraniol 등의 식물정유 성분 등의 제품은 기피력이 낮은 결과를 제시하고 있다. 마찬가지로 Frances and Cooper(2002), Franes *et al.*(2004)은 새로운 기피제로써 KBR 3023 및 A13-37220을 소개하고 있으며, *Anopheles spp.*와 *Culex annulirostris*를 이용한 기피력 평가에서 ADF(35%, DEET)에 비해 Autan(19.2%, KBR 3023)이 동등이상의 효과를 나타냄을 보고하였다. 하지만 국내의 모기기피제는 화합물 기피성분으로써 IR3535 (ethylbutylacetaminopropionate)가 일부 베이비 제품으로만 최근 판매되고 있을 뿐, KBR 3023 및 A13-37220 등의 화합물은 아직 제품에 적용된 바 없으며, 평가된 8종의 제품과 같이 DEET가 주요 기피제로 사용되고 있다.

Table 2. Repellency against *Ae. albopictus* female adult on mouse treated with eight mosquito repellents

Type	Products	Accumulated no. of bloodsucking female adults (%) (\pm SD)				
		1 HAT ^{a)}	2	4	6	8
Aerosol	product A	0.0 \pm 0.0b ^{b)} (100) ^{c)}	0.0 \pm 0.0b (100)	0.0 \pm 0.0b (100)	1.0 \pm 1.4b (90.7)	1.5 \pm 1.3b (87.0)
	product B	0.0 \pm 0.0b (100)	0.0 \pm 0.0b (100)	0.3 \pm 0.5b (96.7)	0.3 \pm 0.5b (97.0)	0.8 \pm 0.5b (92.6)
	product C	0.0 \pm 0.0b (100)	0.0 \pm 0.0b (100)	0.0 \pm 0.0b (100)	0.0 \pm 0.0b (100)	0.0 \pm 0.0b (100)
	product D	0.0 \pm 0.0b (100)	0.0 \pm 0.0b (100)	0.3 \pm 0.5b (96.7)	0.3 \pm 0.5b (97.0)	0.5 \pm 0.6b (95.2)
Liquid	product E	0.0 \pm 0.0b (100)	0.0 \pm 0.0b (100)	0.7 \pm 1.2b (92.8)	1.3 \pm 1.5b (88.1)	1.3 \pm 1.5b (88.5)
	product F	0.0 \pm 0.0b (100)	0.0 \pm 0.0b (100)	0.3 \pm 0.5b (96.7)	0.8 \pm 1.5b (92.4)	1.0 \pm 1.4b (90.9)
	product G	0.0 \pm 0.0b (100)	0.0 \pm 0.0b (100)	0.0 \pm 0.0b (100)	0.0 \pm 0.0b (100)	0.0 \pm 0.0b (100)
Lotion	product H	0.0 \pm 0.0b (100)	0.0 \pm 0.0b (100)	0.0 \pm 0.0b (100)	0.0 \pm 0.0b (100)	0.0 \pm 0.0b (100)
	Control	4.0 \pm 1.0a	6.7 \pm 0.6a	9.0 \pm 1.0a	9.7 \pm 0.6a	10.0 \pm 1.0a

^{a)} HAT: Hours after treatment

^{b)} Means followed by same letter are not significantly different at P=0.05 (Tukeys studentized range test (SAS Institute, 1991))

^{c)} (): Repellency(%)=Control / (Treatment + Control) \times 100.

Table 3. Number of bites by *Aedes albopictus* female adult on hands treated with three repellents

Products		Hours after treatment				
		1h	2h	4h	6h	8h
product C	Treatment	0.0 \pm 0.0b ^{a)} (100) ^{b)}	0.0 \pm 0.0b (100)	0.3 \pm 0.6b (98.1)	0.7 \pm 0.6b (95.3)	0.3 \pm 0.6b (97.5)
	Control	11.3 \pm 2.9a	16.7 \pm 6.4a	15.3 \pm 11.7a	14.3 \pm 4.7a	11.7 \pm 9.5a
product G	Treatment	0.0 \pm 0.0b (100)	0.0 \pm 0.0b (100)	1.3 \pm 1.5b (96.2)	3.0 \pm 2.6b (87.1)	1.3 \pm 1.5b (93.0)
	Control	18.3 \pm 8.3a	26.0 \pm 15.7a	32.7 \pm 19.1a	20.3 \pm 5.5a	17.3 \pm 6.4a
product H	Treatment	0.0 \pm 0.0b (100)	0.0 \pm 0.0b (100)	0.7 \pm 1.2b (97.9)	1.3 \pm 0.6b (94.9)	1.3 \pm 0.6b (94.4)
	Control	26.0 \pm 31.5a	21.3 \pm 18.5a	32.7 \pm 14.5a	24.3 \pm 10.0a	22.0 \pm 6.6a

^{a)} Means followed by same letter are not significantly different (P=0.05 t-test, SAS Institute, 1991)

^{b)} (): Repellency(%)=Control / (Treatment + Control) \times 100.

기피제의 주성분인 DEET 함량분석

8종의 모기기피제에 대한 DEET 함량을 GC 분석을 통하여 분석한 결과(Table 4), 각 제품의 표면에 표기된 DEET의 함량(Marked Quantities) 대비 D 제품을 제외한

대부분의 제품이 100% 이상을 함유하고 있었으며, 함량은 내용물 100 g 기준 7.31 g에서 38.99 g까지 에어로졸제, 액제, 로션제에 따라 다양하게 나타났다. Koren *et al.* (2003)과 Qiu *et al.* (1997)은 DEET의 피부 침투성에 대하여 임신부나 어린이에 대하여 아직 인체안전성이 입증

Table 4. DEET quantities in each product by GC analysis

Type	Products	Marked Quantities (in 100g) ^①	Analysed Quantities (in 100g) ^②	Ratio(%) ¹⁾
Aerosol	product A	10.57g	11.60	109.7
Aerosol	product B	10.40g	11.82	113.6
Aerosol	product C	19.00g (in 100ml)	20.65	108.7
Aerosol	product D	15.00g	14.97	99.8
Liquid	product E	24.00g (in 100ml)	25.82	107.6
Liquid	product F	7.00g	7.31	104.4
Liquid	product G	24.00g	24.55	102.3
Lotion	product H	35.00g	38.99	111.4

¹⁾ Ratio(%)= ② / ① × 100.

되지 않았음을 보고하고 있으며, Personal insect repellents containing DEET(2002)에서는 기피제의 함량을 사용 연령별로 제한하고 있다. 국내에서는 식품의약품안전청의 약사관계법령집 내 살충제성분함량고시(KFDA Bulletin)에서 제품 제형별로 DEET의 함량범위를 규제하고 있으며 연령별 최대함량에 대하여는 별도로 범위를 두지 않고 있다.

DEET 잔존량과 기피력의 상관관계

C 제품 기피제를 면포에 처리한 후 시간 경과에 따른 DEET의 함량과 기피력의 관계를 흰줄숲모기를 이용하여 실험한 결과(Fig. 4), 처리 후 12일째까지 높은 기피율을 나타냈으며, 이 때 DEET의 함량은 최초 처리함량 대비 약 40%였고, 그 이후 조금씩 흡혈하는 모기가 보이기 시작했다. 본 실험을 통하여 모기 기피력은 기피주성분인 DEET의 함량이 초기 농도에서 오랜 시간 유지될 때 지속 되어짐을 확인할 수 있었다. Tawatsin *et al.*(2001)은

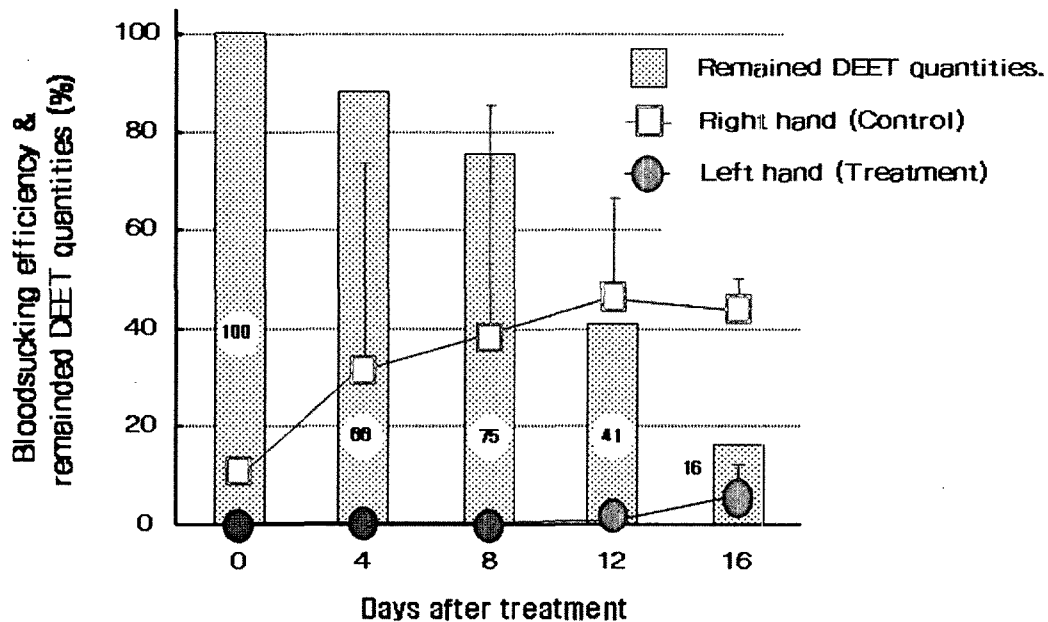


Fig. 4. Relationship between mosquito repellent efficacy and remained DEET quantities of *Ae. albopictus* female adult during 16 days after treated product C on shirt piece.

DEET를 포함한 기피 주성분에 vanillin을 첨가할 경우 모기의 기피력이 오랜 시간 동안 유지됨을 제시하였다. 즉, 기피효과의 지속을 위해서는 제품이 처리된 피부나 옷 등에서 기피성분이 얼마나 오랫동안 잔존되느냐가 지속성에 큰 영향을 주는 것을 알 수 있다.

이상의 결과를 종합해보면, 본 연구에서 평가된 국내 8종의 기피제에서 각 제품의 모기 기피력과 각 제품에 처방된 DEET 함량과의 관계는 정비례하지 않았다. 기피효과의 지속을 위해서는 기피성분이 장시간 유지될 수 있는 방법과 함께 DEET 성분의 피부침투성 및 변색 문제의 해결을 위한 연구가 지속되어야 할 것이며, 또한 DEET의 대체 화합물로 최근 활발하게 검토되는 식물성분 이외에 KBR 3023 및 A13-37220를 포함한 화합물에 대하여도 국내에서 검토가 필요할 것이다.

사 사

이 논문은 2004년 식품의약품안전청의 지원으로 수행한 결과이다.

Literature Cited

- Badolo, A., E. Ilboudo-Sanogo, A.P. Ouedraogo and C. Costantini. 2004. Evaluation of the sensitivity of *Aedes aegypti* and *Anopheles gambiae* complex mosquitoes to two insect repellents: DEET and KBR 3023. *Tropical Medicine and International Health*. 9: 330~334.
- Barnard, D.R. and R.D. Xue. 2004. Laboratory evaluation of mosquito repellents against *Aedes albopictus*, *Culex nigripalpus*, and *Ochlerotatus triseriatus* (Diptera: Culicidae) *J. Med. Entomol.* 41: 726~730.
- Costantini, C., A. Badolo and E. Ilboudo-Sanogo. 2004. Field evaluation of the efficacy and persistence of insect repellents DEET, IR3535 and KBR 3023 against *Anopheles gambiae* complex and other afro-tropical vector mosquitoes. *Trans. R. Soc. Trop. Med. Hyg.* 98: 644~652.
- Debboun, M. and J. Wagman. 2004. *In vitro* repellency of *N,N*-diethyl-3-methylbenzamide and *N,N*-diethylphenylacetamide analogs against *Aedes aegypti* and *Anopheles stephensi* (Diptera: Culicidae). *J. Med. Entomol.* 41: 430~434.
- Frances, S.P. and R.D. Cooper. 2002. Personal protection measures against mosquitoes. *ADF Health*. 3: 58~63.
- Frances, S.P., D.G.E. Waterson, N.W. Beebe and R.D. Cooper. 2004. Field evaluation of repellent formulations containing deet and picaridin against mosquitoes in northern territory, Australia. *J. Med. Entomol.* 41: 414~417.
- Frances S.P., R.D. Cooper and A.W. Sweeney. 1998. Laboratory and field evaluation of the repellents deet, CIC-4 and A13-37220 against *Anopheles farauti* (Diptera: Culicidae) in Australia. *J. Med. Entomol.* 35: 690~693.
- Kim, S.I., K.S. Chang, Y.C. Yang, B.S. Kim and Y.J. Ahn. 2004. Repellency of aerosol and cream products containing fennel oil to mosquitoes under laboratory and field conditions. *Pest Manag. Sci.* 60: 1125~1130.
- Klun J.A. and M. Debboun. 2000. A new module for quantitative evaluation of repellent efficacy using human subjects. *J. Med. Entomol.* 37: 177~181.
- Koren, G., D. Matsui and B. Bailey. 2003. DEET-based insect repellents: safety implications for children and pregnant and lactating women. *CMAJ*. 169: 209~212.
- Lee, W.J., H.S. Lee, Y.J. Ahn and D.K. Lee. 2004. Laboratory evaluation of controlled-release repellent treated pulp fabric on human volunteers against mosquito vectors. *Entomological Research*. 34: 37~42.
- Mark, S., M.D. Fradin and F.D. John. 2002. Comparative efficacy of insect repellents against mosquito bites. *N. Engl. J. Med.* 347: 13~18.
- Personal insect repellents containing DEET(*N,N*-diethyl-*m*-toluamide and related compounds) [Re-evaluation decision document RRD2002-01]. Ottawa: Pest Management Regulatory Agency. Health Canada; 2002. Apr. 15. Available:
- Peterson, C. and J. Coats. 2001. Pesticide outlook-August 2001. 154~158.
- Qiu, H., H. Won Jun and J. Tao. 1997. Pharmacokinetics of insect repellent *N,N*-diethyl-*m*-toluamide in Beagle Dogs following intravenous and topical routes of administration. *J. Pharmac. Sci.* April. 514~516.
- Rozendaal, J.A. 1997. Vector control. World Health Organization, Geneva, Switzerland.
- Rueda, L.M., L.C. Rutledge and R.K. Gupta. 1998. Effect of skin abrasion on the efficacy of the repellent deet against *Aedes aegypti*. *Journal of the Am. Mosq. Control Association*. 14: 178~182.
- Sadanandane, C., N. Mathew, P. Jambulingam and M. Kalyanasundaram. 2001. Laboratory & field evaluation of controlled release formulation of the insect repellents *N,N*-diethyl-*m*-toluamide (DEET) and *N,N*-diethylphenylacetamide (DEPA) against mosquito vectors. *Indian J. Med. Res.* 113: 108~112.
- Safety tips on using personal insect repellent. 2003. Ottawa: Pest Management Regulatory Agency, Health Canada; Available: (accessed 2003 July 7).
- Tawatsin, A., S.D. Wratten, R. Scott, U. Thavara and Y. Techadamrongsin. 2001. Repellency of volatile oils from plants three mosquito vectors. *Journal of Vector Ecology*. 26: 76~82.
- Thavara, U., A. Tawatsin, J. Chompoosri, W. Suwonkerd, U.R. Chansang and P. Asavadachanukorn. 2001. Laboratory and field evaluations of the insect repellent 3535(ethylbutylaminopropionate) and deet against mosquito vectors in Thailand. *J. Am. Mosq. Control Assoc.* 17: 190~195.

(Received for publication 8 August 2005;
accepted 17 September 2005)

