

기피-유인을 이용한 바퀴의 효율적 방제

양정오 · 김상우 · 노두진 · 윤창만 · 강신호 · 김길하*

충북대학교 농업생명환경대학 식물학과

(2008년 4월 22일 접수, 2008년 5월 8일 수리)

Effective Control in Managing German Cockroach, *Blattella germanica* (Orthoptera: Blattellidae) Using a Push-Pull Strategy

Jeong-Oh Yang, Sang-Woo Kim, Doo-Jin Noh, Changmann Yoon, Shin-Ho Kang and Gil-Hah Kim*

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

Abstract

To enhance the control efficacy against cockroaches in dwelling space, repellent ("Push") was set down on one corner and a poison bait including attractant ("Pull") was on the opposite side. And we tested the control efficacy of Push-Pull strategy by behavior-stimuli of cockroaches. In a mini-field test, German cockroach males primarily chose shelters nearest to the attractant-treated surfaces and farthest from the repellent-treated surfaces. The consumption of food or bait was also highest from food nearest to the preferred shelters by push-pull effect. We evaluated the push-pull insecticidal efficacies of five essential oils belong to *Citrus* plant, namely, grapefruit, lemon, lime, orange, and petitgrain. The combined push-pull treatments appeared to be faster and higher insecticidal effects than single (pull) treatment, and the repellent efficacy of *Citrus* oils was in the order of grapefruit > lemon > lime > orange > petitgrain. Therefore, we propose the effective control of the german cockroach using *Citrus* oils as repellents and push-pull method into a limited area.

Key words Cockroach, repellent, attractant, bait, *Citrus* genus, essential oil

서 론

바퀴벌레는 사람에게 심한 혐오감을 주는 위생해충으로서 오랫동안 동물성 병원의 기계적인 매개체 및 알레르기 질환의 원인으로 알려졌고, 도심지역의 어린이들 사이에 가장 심각한 문제인 천식(asthma)과 관련된 것으로 보고되었다(Arruda 등, 2001; Gustchina 등, 2005; Cohn 등, 2006). 이와 같은 바퀴의 방제를 위하여 독먹이제, 에어로졸제, 분무 및 훈연제 등 다양한 방법이 이용되고 있으나 그 중 주로 독먹이제 방법이 오랫동안 이용되고 있다(Frushman, 1982). 합성살충제를 이용한

바퀴의 방제는 dichlorvos(DDVP), chlorpyrifos, propoxur와 같은 잔류성 살충제(residual insecticide), hydramethylnon, boric acid, sulfluramid와 같은 소화중독제(stomach poison), 그리고 noviflumuron, lufenuron과 같은 곤충생장조절제(insect growth regulator) 등에 의존하고 있다(Mosson 등, 1995; Jang 등, 2005). 하지만 많은 합성 살충제의 광범위한 반복사용은 바퀴의 저항성, 인체에 영향을 주는 잔류독성 및 생태계 파괴와 같은 문제의 원인이 되고 있다(Ngoh 등, 1998; Scharf 등, 1998).

이와 같은 문제를 해결하기 위하여 최근 식물추출물을 이용한 해충방제의 관심이 다시 고조되고 있는데, Jang 등(2005)은 Marjoram 오일과 그의 monoterpenoid가 독일바퀴에 휘산 살충독성이 있음을 보고하였고, Ngoh 등(1998)은 식물정

*연락처 : Tel. +82-43-261-2555, Fax. +82-43-271-4414
E-mail: khkim@chungbuk.ac.kr

유의 휘발성 구성성분을 4 분류로 구분하고 그 중 벤젠 유도체 5 종과 터펜(terpens) 4 종에 대하여 이질바퀴를 대상으로 살충, 기피 특성이 있음을 제시하였다. Lee 등(2003)은 독일 바퀴를 포함한 저장곡물 해충의 혼증제로써 일반적으로 사용되는 DDVP와 같은 합성살충제의 인체 위해성 및 곤충저항성, 환경위해성 등을 지적하면서 그의 대체 성분으로 케톤 monoterpeneoid 성분을 소개하고 있다. 이와 같이 식물정유 및 그 구성성분을 이용한 해충의 방제는 다양하게 소개되고 있으며, 해충의 종류마다 그 효과도 다양하다.

소화중독제로 시중에 가장 일반적으로 판매되고 있는 독먹이(bait) 제형은 다른 제품에 비해 환경오염이 적으며, 적용이 쉬운 장점이 있으나(Rust, 1986), 그 살충력은 바퀴벌레가 독먹이에 유인되었을 때 살충작용을 갖게 되므로 그 살충효율은 유인력에 의하여 결정이 된다. Nalyanya 등(2000)은 기피-유인 방법을 적용하여 제한된 공간에서 바퀴를 효과적으로 방제하는 방법을 제시하고 있으며, 기피제로는 methyl neodecanamide를, 그리고 유인제로는 독일바퀴의 배설물을 사용했다.

본 연구에서는 널리 알려진 지효성 살충제인 hydramethylnon을 이용하여 Nalyanya 등(2000)이 제시한 기피-유인 효과를 검증하고, 실제 제한된 주거공간에서 기피성 식물정유로 선별된 Citrus 속 5 종의 식물정유를 전기발향기형 제형으로 적용하여 일반 독먹이의 살충 상승효과를 수행하였다.

재료 및 방법

시험곤충

시험에 사용된 바퀴(*Blattella germanica*)는 충북대학교 식물위생학과 위생곤충 사육실에서 실내 사육조건 온도 $25 \pm 3^{\circ}\text{C}$, 광주기 12L : 12D, 상대습도 50~70 %의 조건하에 은신처와 물, 먹이(dog diet)를 공급한 cage(32.0 × 28.0 × 22.5 cm)에서 사육하며 탈피 후 10~20 일이 경과한 독일바퀴 수컷 성충을 시험에 이용하였다.

식물정유

바퀴의 기피효과를 검토하기 위하여 사용한 식물정유는 Citrus속 oil인 grapefruit, lemon, lime, orange, petitgrain이며 모든 oil은 JinArome Co. Ltd(JinArome, USA)에서 구입하였다(표 1). 살충원제인 hydramethylnon은 KFI(국내)로부터 구입하였다.

먹이(food) 및 독먹이(bait)의 제조

먹이 및 독먹이는 상형장치(arena)를 이용한 mini-field 평가에서 바퀴벌레의 유인 및 기피시험에 영향을 주지 않도록 하기 위하여 식물성 먹이로서 부형제와 결합제만을 사용하였고, 일반적으로 사용될 수 있는 유인냄새 성분의 부형제인 동물성 먹이는 제외시켰다. 전체 총중량 100 g에 대하여, 식물성 먹이로 보릿가루 30 g, 옥수수전분 30 g, 당원(물엿)은 24 g, 결합제로서 폴리에틸렌글리콜(PEG 6000, 상품명: 카보왁스)은 10 g, 그리고 글리세린 6 g을 혼합시켜 먹이 및 독먹이를 제조하였으며, 이때, 독먹이의 경우, 하이드라메칠론을 1 g 더 혼합하고 옥수수전분의 함량을 각각 29 g으로 맞추었다. 그리고 field 평가를 위하여 제조된 유인 독먹이는 자체에 바퀴벌레의 유인효과를 주기 위하여 동물성 먹이인 멸치가루와 카제이나트륨을 추가 혼합하였으며, 전체 총중량 100 g에 대하여 보릿가루 20 g, 옥수수전분 19 g, 멸치가루 10 g, 카제이나트륨 10 g, 당원(물엿) 24 g, 결합제인 폴리에틸렌글리콜 10 g, 글리세린 6 g, 그리고 하이드라메칠론 1 g을 혼합하여 조성하였다.

기피제(크리스탈 겔 제형)의 제조

기피(Push) 조성물로 사용된 식물정유는 5 종의 Citrus 속 오일로써 grapefruit, lemon, lime, orange, 그리고 petitgrain 오일을 적용하였다. 먼저 정제수를 흡수하여 팽창하는 성질의 친수성 비드(bead)를 기본 외형으로 표면적을 넓힌 후, 비드 주위에 기피성 식물정유를 가용화시킨 Isoparaffin 계열의 소수성용제인 Isopar E로 주위를 채워주었다. 식물정유는 Isopar E 용제 대비 5%(w:w)로 가용하였으며, 이때 식물정유의 빠

Table 1. Names and sources of essential oils

English name	Scientific name	Family	Source
Grapefruit	<i>Citrus paradisi</i>	Rutaceae	JinArome (USA)
Lemon	<i>Citrus limonum</i>	Rutaceae	JinArome (USA)
Lime	<i>Citrus aurantifolia</i>	Rutaceae	JinArome (USA)
Orange	<i>Citrus sinensis</i>	Rutaceae	JinArome (USA)
Petitgrain	<i>Citrus aurantium</i>	Rutaceae	JinArome (USA)

른 휘산은 Isopar E의 휘산 성질에 의해 휘산 지속성을 유지하게 된다. 크리스탈 젤 제형의 식물정유 기피제는 직경 10 cm의 petri dish에 담아 처리하였고, 기피성 식물정유를 녹인 용제는 20 ml 씩 처리하였다.

기피-유인 시험을 위한 상형장치(arena)의 준비

기피-유인 시험을 위하여 사용된 mini-field 조건의 상형장치는 재료의 냄새를 최소화하기 위하여 1 cm 두께의 목재 소재로 가로 121 × 세로 37 × 높이 24 cm 규격의 상형장치를 제작하였으며, 바퀴벌레의 탈출을 막기 위하여 상형장치의 상단 내부는 3 cm 폭으로 주변에 바세린 젤을 발라주었다.

생물검정

1. Mini-field 평가

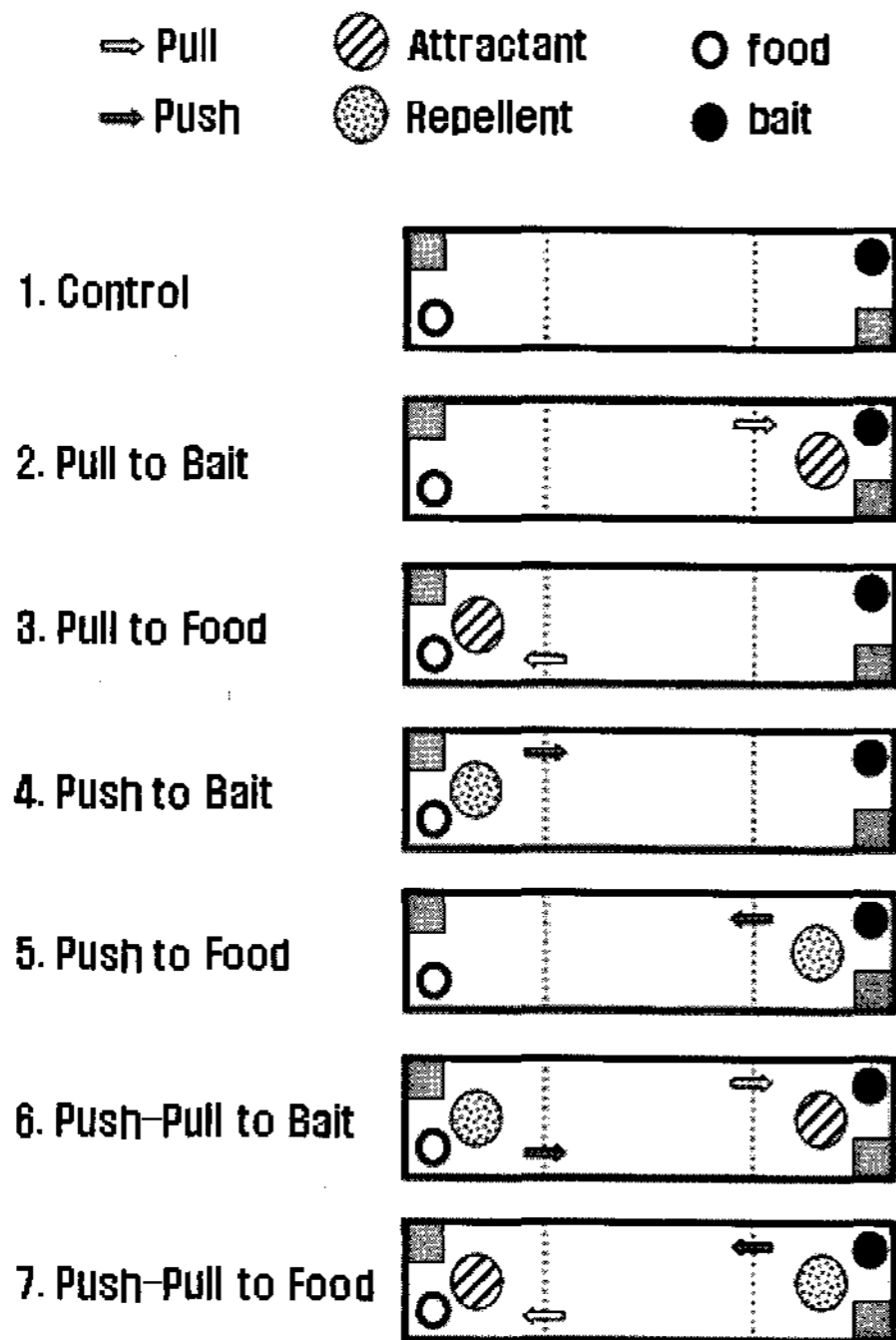
상형장치 내에서 바퀴의 기피-유인(Push-Pull) 시험을 평가하기 위하여 상반된 양쪽 모서리 끝에 은신처(shelter)를 마련해주고, 나머지 반대 모서리 끝에는 먹이(food)와 독먹이

(bait)를 각각 표면적이 같은 정제형(tablet)으로 만들어 5.0 g 씩 처리하였다. 이때 주어진 공간 내에서의 기피-유인 처리를 위하여 그림 1과 같이 기피제와 유인제를 처리하였으며, 이때 식물정유로 5%의 grapefruit 오일을 이용한 기피제와 함께 유인제는 시험 공시충의 배설물(feces) 2 g을 10 cm petri dish에 얹게 펴서 처리구에 놓아주었다. 각 시험에서 처리된 바퀴 수컷성충은 30마리 씩 사용하였고, 처리 후 1일, 2일, 4일, 8일 간격으로 은신처 및 각 처리구 반경에 있는 바퀴벌레의 수와 먹이 또는 독먹이의 무게 감소율을 측정하였다. 처리된 먹이 및 독먹이의 정확한 감소율을 측정하기 위하여 동일량(10 g)의 먹이를 같은 표면적으로 상형장치의 외부에 동일하게 처리하였으며, 먹이 및 독먹이에 대한 외부환경(건조상태)으로부터의 중량 감소율을 보정하였다.

2. Field 평가

상형장치(arena)에서 시험된 기피-유인(push-pull) 결과를 직접 기피오일 별로 평가하기 위하여 약 5평(가로 6.0 m × 세로

A. Experimental design



B. Shelter choice and Mortality [%]

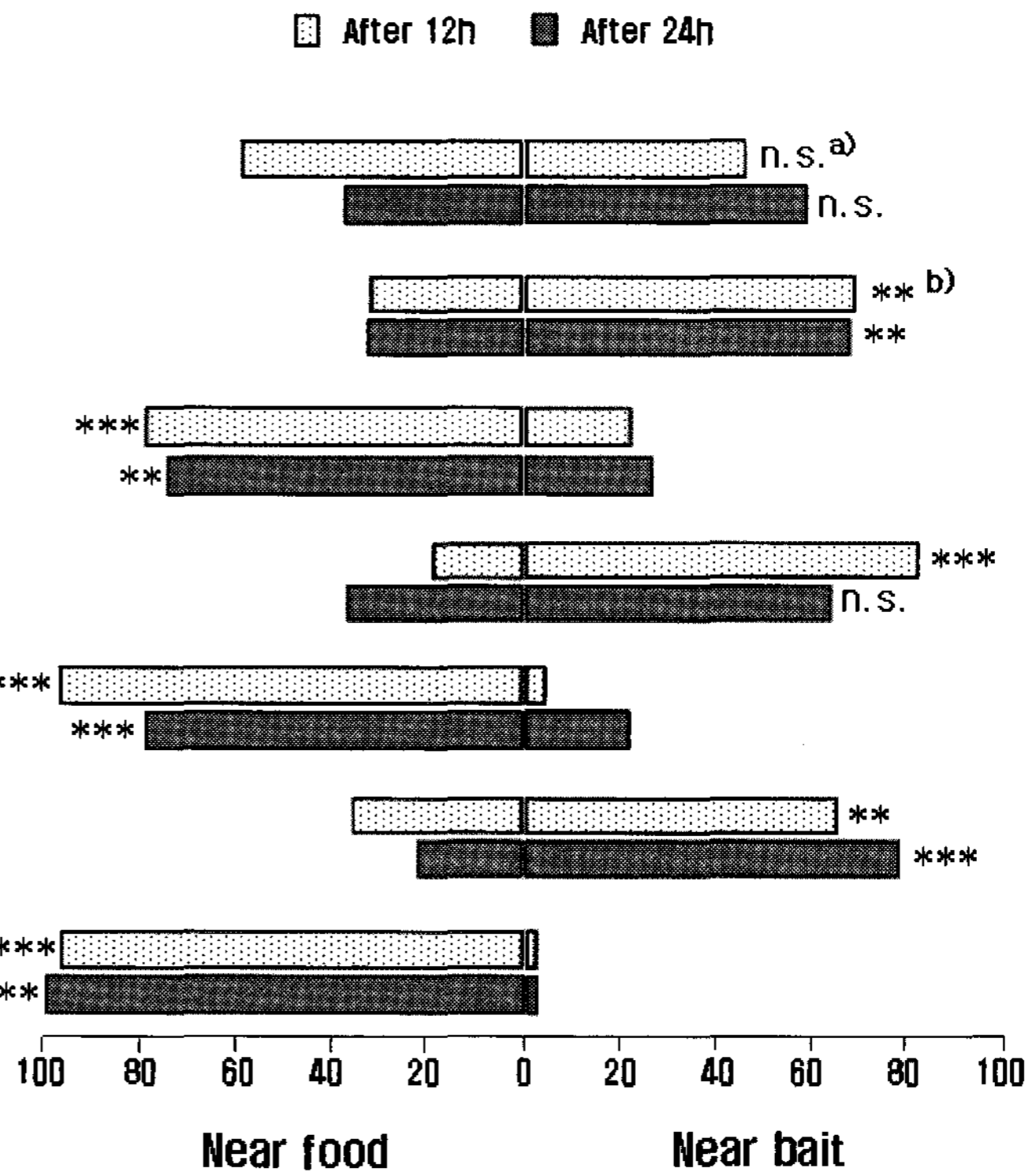


Fig. 1. Experimental design (A), and shelter choice and mortality (B) of *B. germanica* in push-pull assays at 12h and 24h after treatment.

^{a)} n.s.: not significant

^{b)} Significant differences were analyzed by binominal sign test (Zar, 1996)

Sign test to evaluate differences from 50:50 response (near food and near bait, N=50, **P<0.01, ***P<0.001)

2.7 m × 높이 2.5 m)의 컨테이너 방에서 *Citrus* 속 5종의 오일을 이용하여 실험을 진행하였다. 이때 기피오일은 10%(w:w)의 농도로 Isopar E 용제에 녹인 후 심지를 꽂은 액병에 담고, 일반 전기 발향기형 기피 제형을 이용하여 한 쪽 코너의 끝에 위치시킨 후 휘산을 시켰으며, 공기는 환풍기를 이용하여 방안의 휘산 성분이 포화되지 않도록 하였다. 그리고 상형장치를 이용한 mini-field 평가에서는 유인제로 시험 공시충의 배설물(feces) 2 g을 사용하였으나 field 평가에서는 유인효과가 있는 동물성 먹이를 넣고 배합한 유인 독먹이를 제조하였고, 컨테이너 방의 전기 발향기형 기피제와 상반된 모서리 끝에 설치한 후 시간 경과에 따라 1일, 2일, 4일, 6일, 8일에 따른 바퀴의 살충효과를 조사하였다.

결과 및 고찰

Mini-field 시험에서 바퀴의 은신처 선호도

제작된 상형장치에서 기피제로 5%의 grapefruit 오일을, 유인제로 바퀴의 배설물을 이용하여 기피-유인 처리구에 따라 바퀴를 50 마리 씩 처리한 후, 1 일, 2 일에 먹이(food)와 독먹이(bait) 처리구의 은신처에 있는 바퀴의 수를 파악하였다. 그림 1에서 바퀴벌레의 은신처 선호도는 기피제와 유인제가 처리되지 않은 대조구에서는 큰 차이가 없었으나, 배설물을 유인제로 처리한 2, 3, 6, 그리고 7 시험에서 바퀴의 수는 배설물 처리 은신처로 몰렸고, 기피제가 처리된 4, 5, 6,

그리고 7 시험에서 기피처리 은신처를 기피하였다. 기피제를 단독으로 처리한 4와 5의 경우, 기피제는 바퀴를 반대쪽인 먹이(food) 또는 독먹이(bait)의 방향으로 밀어주었으며, 12시간에 비해 24시간 경과 시 기피제의 단일처리 효과는 감소하였다. 그리고 기피-유인제를 동시에 처리한 경우(6, 7), 그 효과는 더욱 우수하였으며, 독먹이 방향으로 기피-유인제를 처리한 경우(6), 바퀴의 살충률이 가장 높게 나타났다.

Nalyanya 등(2000)은 바퀴의 기피제로 methyl neodecanamide(Colgate-Palmolive, Piscataway, NJ)를 사용하여 기피-유인 효과를 진행한 반면, 5%의 grapefruit 오일을 크리스탈 겔 제형으로 만들어 적용한 본 시험에서도 바퀴에 대하여 기피제의 처리가 상형장치 내에서 독먹이의 살충효과를 높이는 것으로 나타났으며, 또한 유인성분으로 바퀴의 배설물을 동시에 사용 시 그 효과를 더욱 높였다.

Mini-field 시험에서 바퀴의 먹이 소비량

상형장치 내에서 기피-유인의 영향을 받고 먹이(food) 또는 독먹이(bait)를 먹은 바퀴의 공간 이동의 가능성을 고려하여 먹이와 독먹이의 감소량을 조사하였다. 바퀴를 처리한 후 3일 경과 시, 정제형(tablet)으로 처리된 5 g의 먹이 및 독먹이의 중량 감소량(mg)은 유인제와 기피제가 처리되지 않은 대조구에서 차이가 없었다(그림 2). 5%의 grapefruit 오일을 기피제로 단독(4, 5) 또는 유인제와 혼합(6, 7) 처리한 처리구의 먹이, 독먹이의 소비량은 10 mg을 넘지 않았다. 그리고

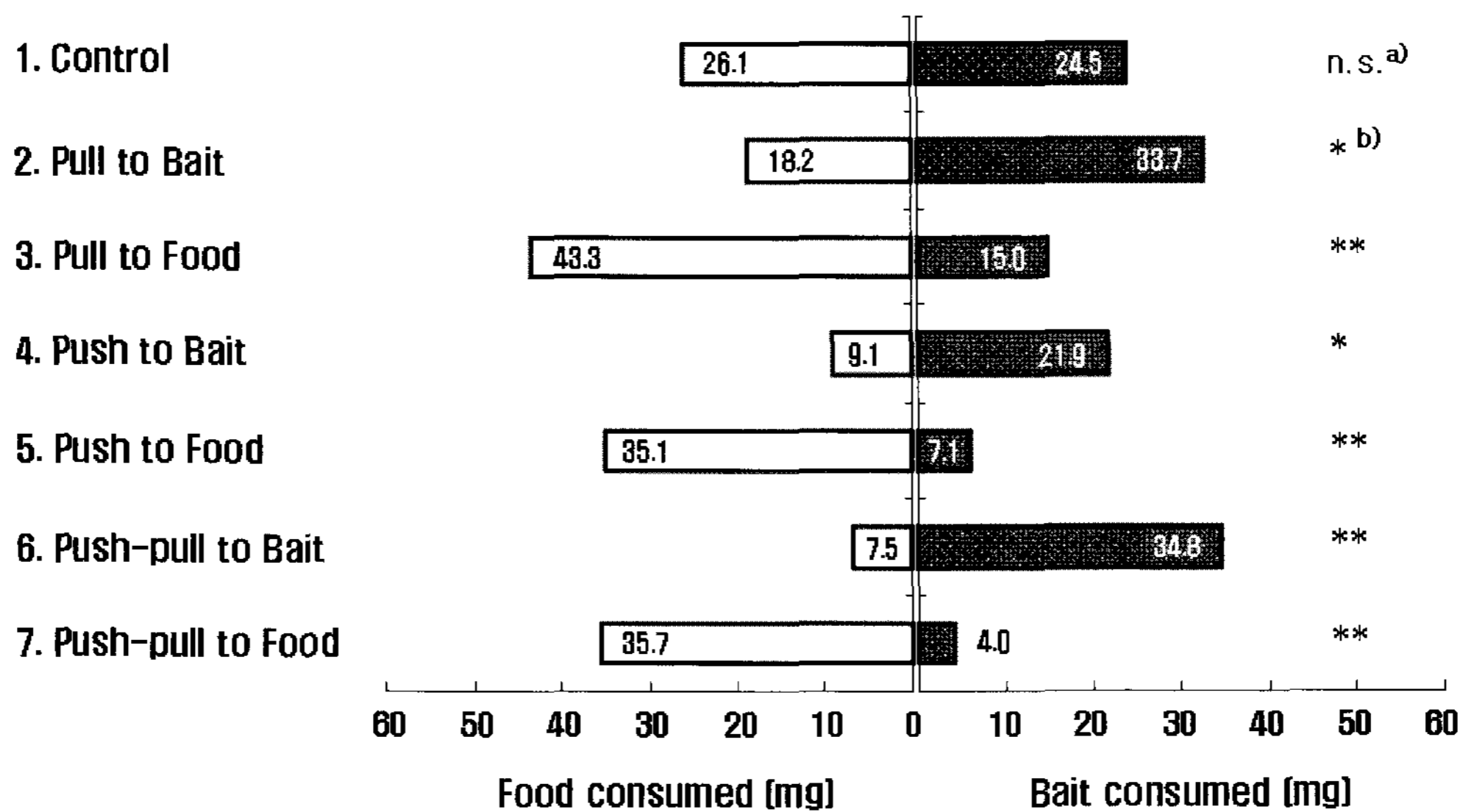


Fig. 2. Food and bait consumption (mg) of *B. germanica* in push-pull assays at 3 day after treatment.

a) n.s.: not significant

b) Significant differences were analyzed by *t*-test (SAS, 2003)

Asterisks indicate significant differences between members of a pair (**P*<0.05, ***P*<0.01)

유인제만을 단독으로 처리한 2, 3의 경우, 유인제가 처리구의 먹이 또는 독먹이의 감소량이 많았으나 반대쪽으로도 많이 이동하였음을 알 수 있고, 이와 같은 이동은 기피-유인제를 동시에 처리한 6, 7에서 기피제의 처리에 의해 더욱 많은 양의 먹이가 감소됨으로서 기피-유인의 동시 처리가 살충력을 높이는 데 큰 영향을 주는 것으로 파악이 되었다.

본 연구에서 적용된 바퀴벌레의 독먹이 살충성분은 *hydramethylnon*으로, ATP의 합성을 저해하는 작용기작의 지효성 살충제로서(Harris와 Cowan, 2004), 바퀴벌레의 독먹이(bait) 조성에서 상형장치 내 처리 공시충의 기피-유인 영향을 파악하기 위하여 사용하였다. 하지만 이와 같은 독먹이 제형의 기피-유인 효과는 일반적이 많이 사용되는 속효성 살충제에 적용 시에도 그대로 바퀴벌레의 살충효과에 영향을 줄 것이다.

Citrus 속 오일을 이용한 기피-유인 field 시험

기피-유인 field 시험에 사용된 *Citrus* 속 5종의 식물정유는 grapefruit, limonene, lime, orange 그리고 petitgrain 이다. 이들 *Citrus* 속 식물정유의 유인-기피 처리를 통한 field 효과를 알아보기 위해서 각각의 오일을 10%의 농도로 전기 휘산 발향기를 이용하여 적용을 하였다. 준비된 각 오일의 전기발향기를 컨테이너 방 한쪽 코너에 설치하여 기피(“push”) 처리를 하고, 반대쪽 상반된 코너에 동물성 유인제를 직접 배합한 독먹이를 처리하였으며, 1, 2, 4, 6, 8일 경과에 따른 *Citrus* 속 오일 별 살충력을 기피제를 처리하지 않은 대조구

와 대비하여 조사하였다(그림 3).

바퀴벌레의 살충수는 처리 후 2일부터 나타나기 시작했으며, 유인 독먹이만 처리된 대조구 대비 약 2배의 살충효과가 나타났다. 특히, *Citrus* 속 오일의 기피 살충효과는 grapefruit 오일의 효과가 가장 빠르고 높게 나타났으며, 각 오일의 살충효과는 grapefruit > lemon > lime > orange > petitgrain 순으로 나타났다.

바퀴벌레의 방제를 위한 살충은 주거공간 내에서 이루어 지므로 살충효과와 함께 무엇보다도 인체안전성이 고려되며(Oyler 등, 2000), 살충 제형으로는 에어로졸(aerosol), 독먹이제(bait), 입제(granules), 도포제(painting) 그리고 연막제(funigant) 등이 있으나 그 중 독먹이제가 가장 일반적이며 인체에 안전하다(Rust, 1986). 바퀴벌레의 살충을 위한 다양한 독먹이 살충원제가 소개되고 있으나(Kaakeh 등, 1997), 독먹이제의 살충력은 살충제의 종류보다 바퀴벌레에 대한 유인력이 얼마나 우수하냐가 살충효율을 좌우하게 된다. 따라서 주거의 제한된 공간에서 효율적인 기피제를 적용하여 독먹이제가 지니는 유인살충력의 효과를 이상적으로 높일 것으로 기대된다.

본 연구는 제한된 공간에서의 바퀴 방제를 위하여 기피-유인의 행동자극을 이용한 방법이 효과적임을 실험을 통하여 증명하였고, 이때 살충력을 높이기 위한 기피조성물로 *Citrus* 속 식물정유 5종에 대하여 grapefruit 오일이 가장 높게 나타났고, lemon, lime, orange, 그리고 petitgrain 순으로 기피력을 보였다. 하지만 먹이조건 및 은폐 공간이 많은, 넓은 주거공간에서 기피성분에 의한 바퀴의 효과적 기피(“Push”)는 어려움이 따르며, 효과적인 공간 내 기피성분의 확산을 위해서는 제형 연구와 함께 지속적으로 검토되어야 할 것이다.

감사의 글

이 논문은 2007년도 충북대학교 학술지원연구사업의 연구비 지원에 의하여 연구되었다.

>> 인 / 용 / 문 / 헌

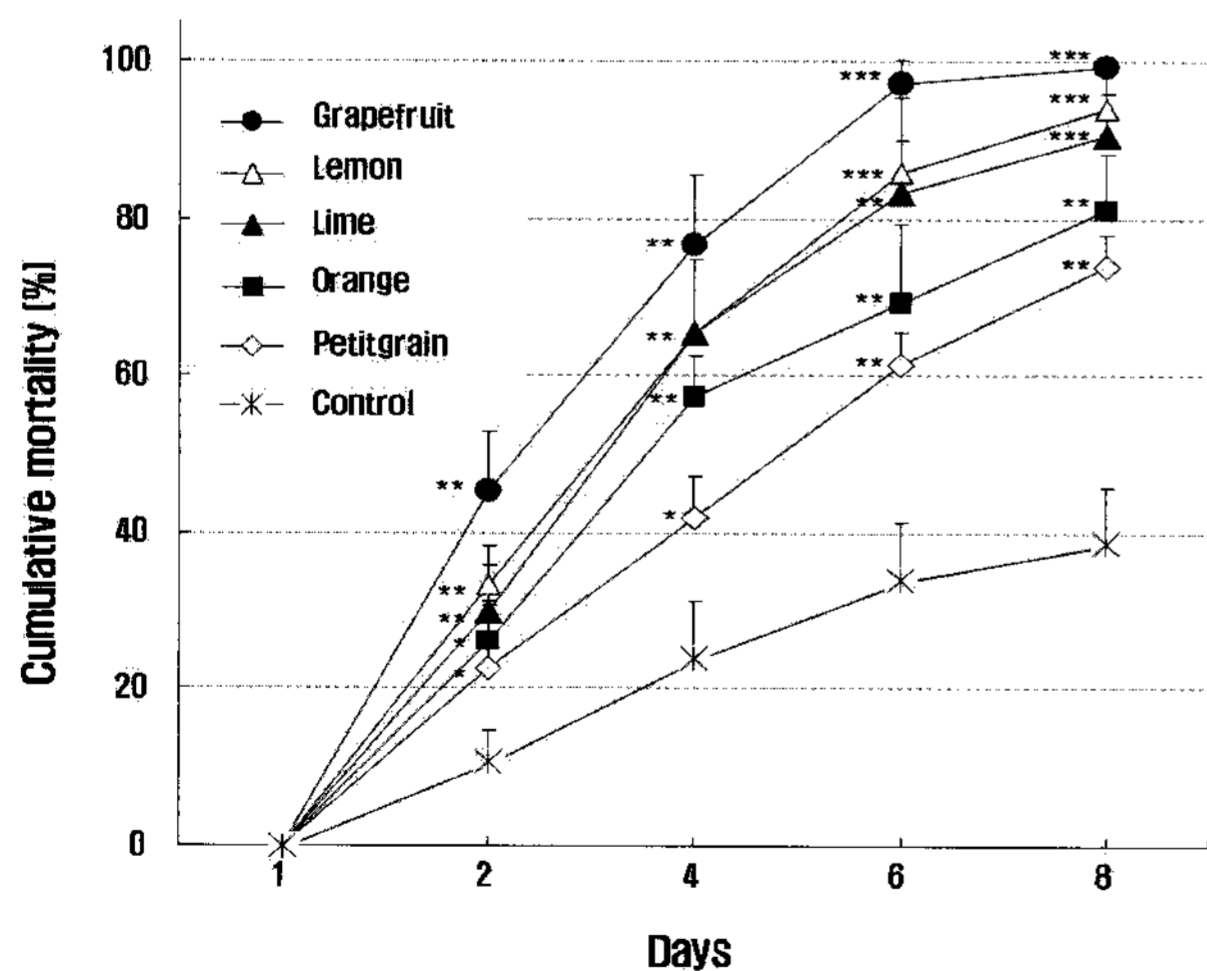


Fig. 3. Mortality of five *Citrus* oils against *B. germanica* in push-pull field assays.

a) Significant differences were analyzed by t-test (SAS, 2003) Asterisks indicate significant differences between members of a pair (* $P < 0.05$, ** $P < 0.01$, *** $P < 0.001$)

Arruda, L. K., L. D. Vailes, V. P. L. Ferriani, A. B. R. Santos, A. Pomes and M.D. Chapman (2001) Cockroach allergens and asthma. *J. Allergy Clin. Immunol.* 107:419~428.
 Cohn, R. D., S. J. Arbes Jr., R. Jaramillo, L. H. Reid and D.

- C. Zeldin (2006) National prevalence and exposure risk for cockroach allergen in U.S. households. *Env. Health Perspectives* 114:522~526.
- Frishman, A. (1982) Cockroaches. In: A. Mallis (ed.), *Handbook of pest control*. 6th ed. Franzak & Foster, Cleveland, Ohio, USA pp. 101~154.
- Gustchina, A., M. Li, S. Wunschmann, M. D. Chapman, A. Pomes and A. Wlodawer. 2005. Crystal structure of cockroach allergen Bla g2, an unusual zinc binding aspartic protease with a novel mode of self-inhibition. *J. Mol. Biol.* 348:433~444.
- Harris, R. and P. Cowan (2004) Review of the efficacy of baits used for ant control and eradication. Landcare Research contract report: LC0405/044. New Zealand.
- Jang, Y. S., Y. C. Yang, D. S. Choi and Y. J. Ahn (2005) Vapor phase toxicity of marjoram oil compounds and their related monoterpenoids to *Blattella germanica* (Orthoptera: Blattellidae). *J. Agric. Food Chem.* 53:7892~7898.
- Kaakeh, E., B. L. Reid and G. W. Bennett (1997) Toxicity of fipronil to German and American cockroaches. *Entomol. Experimentalis et applicata* 84:229~237.
- Lee, S., C. J. Peterson and J. R. Coats (2003) Fumigation toxicity of monoterpenoids to several stored product insects. *J. Stored Prod. Res.* 39:77~85.
- Mosson, H. J., J. E. Short, R. Schenker and J. P. Edwards (1995) The effects of the insect growth regulator Lufenuron on oriental cockroach, *Blatta orientalis*, and German Cockroach, *Blattella germanica*, populations in simulated domestic environments. *Pestic. Sci.* 45:237~246.
- Nalyanya, G., C. B. Moore and C. Schal (2000) Integration of repellents, attractants, and insecticides in a "Push-Pull" strategy of managing German cockroach (Dictyoptera: Blattellidae) populations. *J. Med. Entomol.* 37:427~434.
- Ngoh, S. P., L. E. W. Choo, F. Y. Pang, Y. Huang, M. R. Kini and S. H. Ho (1998) Insecticidal and repellent properties of nine volatile constituents of essential oils against the American cockroach, *Periplaneta americana* (L.). *Pestic. Sci.* 54:261~268.
- Oyler, T. O., S. I. Gripp, K. M. Richards and W. K. Hock (2000) Safe use of pesticides around the home. Pennsylvania State Univ. College of Agricultural Sci.
- Rust, M.K. (1986) Managing household pests. In: G.W. Bennett and J.M. Owens (eds.), *Advances in urban pest management*. Van Nostrand Reinhold, New York. pp. 335~386.
- Scharf, M. E., J. J. Neal, C. B. Marcus and G. W. Bennett (1998) Cytochrome P450 purification and immunological detection in an insecticide resistant strain of German cockroach (*Blattella germanica*, L.). *Insect Biochem. Mol. Biol.* 28:1~9.

기피-유인을 이용한 바퀴의 효율적 방제

양정오 · 김상우 · 노두진 · 윤창만 · 강신호 · 김길하*

충북대학교 농업생명환경대학 식물외과

요약 제한된 주거공간에서 바퀴의 방제효과를 높이기 위하여 한쪽에 기피성분(push)을 처리하고 반대쪽에 일반적인 유인성분(pull)이 포함된 독먹이제(bait)를 처리함으로써 행동자극에 의한 기피-유인 방제효과를 검증하였다. 먼저 상형장치를 이용한 mini-field 시험에서, 바퀴는 기피제형이 처리된 장소로부터 벗어나서 유인 먹이가 처리된 곳으로 몰려들었으며, 처리된 유인먹이와 독먹이의 소비량은 기피-유인 효과에 의해 밀집된 곳의 먹이에서 높게 나타났다. 따라서 바퀴에 대하여 기피 효과가 우수한 식물정유를 선별 적용함으로써 살충효과를 높이기 위하여 *Citrus* 속의 grapefruit, lemon, lime, orange, 그리고 petitgrain 오일에 대한 기피-유인 살충효과를 평가하였다. 동시 처리된 기피-유인 처리는 유인 독먹이만 처리된 대조구에 비해 더 빠르고 높은 살충효과를 나타냈으며, *Citrus* 속 오일의 기피에 의한 살충효과는 grapefruit > lemon > lime > orange > petitgrain 오일 순으로 나타났다. 따라서 본 실험은 제한된 공간에서 기피제로서 *Citrus* 속 오일과 기피-유인 방법을 이용하는 효율적인 방제법을 제시한다.

색인어 바퀴, 기피제, 유인제, 독먹이, *Citrus* 속, 식물정유