

Weed & Turfgrass Science was renamed from both formerly Korean Journal of Weed Science from Volume 32 (3), 2012, and formerly Korean Journal of Turfgrass Science from Volume 25 (1), 2011 and Asian Journal of Turfgrass Science from Volume 26 (2), 2012 which were launched by The Korean Society of Weed Science and The Turfgrass Society of Korea founded in 1981 and 1987, respectively.

식물정유의 굼벵이에 대한 살충활성

이동곤¹ · 정영학² · 최대홍³ · 최성환⁴ · 추호렬² · 이동운^{4, 5*}

¹엔에이골프 (주), ²경상대학교 대학원 응용생명과학부(BK21), 농업생명과학연구원, ³서산수골프앤리조트, ⁴경북대학교 생태환경연구소, ⁵경북대학교 생태환경관광학부 생물응용전공

Insecticidal Activity of Essential Oils against Whitegrub

Dong Gon Lee¹, Young Hak Jung², Dae Hong Choi³, Sung Hwan Choi⁴, Ho Yul Choo², and Dong Woon Lee^{4, 5*}

¹N. A Golf Corp. Susung, Daegu, 706-817, Korea

²Division of Applied Life Science (BK21 Program), Department of Applied Biology, College & Institute of Agriculture & Life Science, Gyeongsang National University, Jinju, Gyeongnam, 660-701, Korea

³Seosansoo Golf & Resort, Seosan, Chungnam, 356-872, Korea

⁴Research Institute of Environmental Ecology, Kyungpook National University, Sangju, Gyeongbuk, 742-711, Korea

⁵Major of Applied Biology, School of Environmental Ecology and Tourism, Kyungpook National University, Sangju, Gyeongbuk, 742-711, Korea

ABSTRACT. White grub damages various crops, trees and they can also be one of the most serious pests of turf grass in golf courses. This study was conducted to determine the biocontrol of white grubs with 18 different kinds (anise, camphor, castor, cinnamon, clove oil, citronella, fennel, geranium, lavender, lemongrass, linseed, neem, peppermint, pine, rosemary, tea-tree, thyme, and turpentine) of plant essential oils in laboratory, green house and field. Anise oil (88.9%), linseed oil (100%), and tea-tree oil (88.9%) were highly effective among tested essential oils against 3rd instar of *Bifurcanmala aulax* in cap vial experiment. However, anise and linseed oils showed low mortality against 3rd instar of *Popillia japonica* in pot greenhouse experiment. Efficacy of anise, linseed oil, and tea-tree was also different depending on target white grub in field trials. Correlated mortality showed 32.6% only in tea-tree oil treatment against pupae of *Adoretus tenuimaculatus* however, correlated mortality of anise, linseed and tea-tree oil were 54.8, 51.6 and 56.5% respectively against 3rd instar of *Exomala orientalis* in the field trial in Adelscott Country Club in Hapcheon, Gyeongnam province.

Key words: *Bifurcanmala aulax*, Environmental friendly control, *Exomala orientalis*, Turfgrass

Received on March 11, 2015; Revised on March 30, 2015; Accepted on April 1, 2015

*Corresponding author: Phone) +82-54-530-1212, Fax) +82-54-530-1218; E-mail) whitegrub@knu.ac.kr

© 2015 The Korean Society of Weed Science and The Turfgrass Society of Korea

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted noncommercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

서론

잔디는 여러 가지 장점을 가지고 있는데 지표면의 피복을 통해 물의 유실과 토양 침식을 방지해 줄 뿐만 아니라 공기정화 및 기온조절 효과 등의 기능도 가지고 있고, 야생동물 등의 서식처가 되기도 한다. 그리고 골프장이나 축구장, 공원, 묘지 등에 다양하게 이용됨으로써 그 활용성과

중요성이 점차 확대되고 있는 추세이다(Potter, 1998).

잔디에는 다양한 병, 해충, 잡초, 선충, 조류 등이 발생하여 피해를 주고 있는데(Ali and Elmore, 1989) 해충도 중요한 피해 요인의 하나로 잔디 재배지의 경우 6목 8과 13종의 해충이 피해를 주고 있고(Lee et al., 2014), 우리나라 골프장 잔디에서는 6목 10과 28종(Choo et al., 2000)이 보고되고 있는데, 골프장 잔디에서는 이들 중 풍뎅이의 유충인 굼벵이에 의한 피해가 가장 심한 편이다(Choo et al., 1998,

2000; Potter, 1998; Lee et al., 2002).

골프장에서 굼벵이들은 잔디의 뿌리를 가해하여 잔디를 고사시키거나 활력을 저하시키며 까치나 두더지와 같은 야생동물들이 이들을 먹기 위하여 잔디를 파헤치는 2차적인 피해도 일으키고 있다(Potter, 1998; Choo et al., 2000; Kim et al., 2009).

우리나라 골프장에서의 굼벵이 방제는 대부분 화학적 방제에 의존하고 있으나 농약은 저항성 취득과 환경오염, 리스전시 현상과 같은 부작용을 일으키고 있다(Jackson, 1992). 따라서 굼벵이류를 환경위해성이 적은 방법으로 방제하고자 하는 많은 연구들이 수행되어 바이러스나 리케차, 세균, 곰팡이, 원생생물, 선충과 같은 생물적 방제인자들의 이용에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다(Jackson and Glare, 1992). 또한 식물체 유래물질인 식물살충제를 이용한 해충 방제도 활발히 연구되고 있다(Weinzierl and Henn, 1994). 특히 식물체 정유는 최근 우리나라에서 친환경농자재의 원료 물질로서 많이 이용되고 있으며(Ha et al., 2010) 일부는 해충 방제제로서 상용화 되어 이용되고 있다(Weinzierl and Henn, 1994).

식물정유는 식물체의 일부나 전체에서 추출한 물질로 식품 첨가물이나 향수, 아로마테라피 등으로 활용되고 있지만 향균이나 살충효과도 가지고 있기 때문에 해충방제제로의 이용도 최근 많은 관심을 받고 있다 (Buchbauer, 2010; Franz and Novak, 2010; Noma and Asakawa, 2010). 실제로 일부를 제외하고는 환경에 대한 유해성이 적으면서 인축에는 안전하기 때문에 화학농약의 대체 물질로 이용되고 있다(Duke, 1990; Isman, 1999).

따라서 본 연구는 최근 친환경 해충방제제로 활발한 연구가 이루어지고 있는 식물체 유래물질들 중 일부를 굼벵이류 방제 가능성을 알아보고자 수행하였다.

재료 및 방법

공시충

실험에 이용한 굼벵이류는 흙줄풍뎅이(*Bifurcanmala aulax*)와 등얼룩풍뎅이(*Exomala orientalis*), 왜콩풍뎅이(*Popillia japonica*) 유충을 이용하였는데 흙줄풍뎅이는 제주도 서귀포시 소재 녹차 밭에서 채집하여 채집지 흙과 섞어 실험실로 가져와 15°C 항온기에 보관 하면서 사용하였고, 등얼룩풍뎅이는 합천에 있는 아델스코트 골프장에서 채집하여 실험실에 일주일간 보관한 뒤 건강한 개체들만 이용하였다. 왜콩풍뎅이 유충은 미국 켄터키주 Lexington 근교의 잔디 재배지에서 채집하여 사용하였는데 채집한 굼벵이는 원 토양과 함께 실험실로 가져와 상토와 50:50으로 혼합하고 건

조되지 않는 상태를 유지하면서 일주일 동안 4°C 항온기에 보관 하면서 사용하였다.

식물정유

실험에 사용한 식물정유는 anise oil, camphor, castor, cinnamon, clove oil, citronella, fennel, geranium, lavender, lemongrass, linseed, neem, peppermint, pine, rosemary, tea-tree, thyme, turpentine를 (주) KCP로부터 공급받았다. 각 정유물질들의 유화제인 비이온성계면활성제(KHS-113)도 (주) KCP로부터 공급받아 실험에 이용하였다.

실내 활성검정

굼벵이에 대한 방제효과를 검정하기 위한 1차 실험은 cap vial을 이용하여 수행하였는데 18종의 식물정유를 사용하였다. 건조시킨 살균모래를 수분함량 13%로 맞춘 후 직경 2 cm × 높이 5.5 cm의 cap vial에 10 g씩 넣고, 제주도 서귀포의 녹차밭에서 채취한 차나무 잔 뿌리를 1 cm 크기로 잘라 먹이로 넣어 주었다. 여기에 차 밭에서 채집한 흙줄풍뎅이 3령 유충을 한 마리씩 넣고, 비이온성계면활성제(KHS-113) 0.1% 농도의 물에 1000배 농도로 희석하여 1 mL 씩 피펫으로 접종하였다. 계면활성제(KHS-113) 0.1% 농도 처리구와 무처리구를 두었다. 굼벵이의 질식사를 방지하기 위하여 처리 후 뚜껑을 느슨하게 잠근 후 24°C 항온기에 보관하면서 1, 2, 3주 후에 치사유무를 조사하였다. 8개의 vial을 한 반복으로 3반복 처리하였다.

식물정유 종류별 실험에서 굼벵이에 대해 살충 효과가 높았던 정유들 중 anise oil과 linseed oil, tea-tree oil을 이용하여 농도별 치사효과를 검정하였다. 각각의 정유들을 500, 1000, 2000, 4000, 8000배 농도로 희석하여 청동풍뎅이 3령충을 대상으로 살충활성을 검정하였다. 실험은 식물정유 종류별 실험과 동일하게 처리 하였다. 처리 후 24°C 항온기에 보관하면서 1, 2, 3주 후 치사유무를 조사하였다. 8개의 vial을 한 반복으로 3반복 처리하였다.

Pot실험

식물정유 종류별 실험에서 굼벵이에 대해 살충 효과가 높았던 정유들 중 anise oil과 linseed oil의 비휘발성 살충 효과 검정을 위하여 직경 16 cm, 높이 11 cm의 pot에서 실험을 수행하였다. 실험은 University of Kentucky의 온실에서 수행하였는데 온실은 25°C 내외로 관리되고 있었으며 광은 자연 채광에 의존하였다. 각 pot에는 모래와 흙을 2:1로 혼합한 후 perennial ryegrass 'Palmer III' 품종(Fayette seed, Lexington, KY, USA) 씨앗을 4 g씩 파종 한 후, pot를 플라스틱 tray에 넣고, 3 cm 높이로 물을 채워 pot 내에 물

이 완전히 흡수되도록 하였다. Ryegrass를 15일간 키운 pot에 야외에서 채집하여 냉장고에 보관 중이던 왜콩풍뎅이 3령충 10마리씩을 방사하였다. 토양 속으로 왜콩풍뎅이 유충이 완전히 잠입한 것을 확인한 후 비이온성계면활성제 (KHS-113) 0.1% 농도에 anise와 linseed oil 250, 500, 1000, 2000, 4000배를 각 pot에 61.5 mL (4 L m²)씩 가정용 분무기로 고루 살포하였다. 계면활성제가 미치는 영향을 알아보기 위하여 계면활성제 0.1% 희석액만 살포한 처리를 하였으며 무처리는 물만 살포하였다. 각 pot처리 3주후에 pot의 흙에서 곰팡이를 채집하여 생충수를 조사하였으며 한 개의 pot를 한 반복으로 5반복으로 수행하였다.

야외실험

주둥무늬차색풍뎅이 대상 실험

식물 정유를 이용한 곰팡이의 방제효과를 포장에서 알아보기 위하여 경상남도 합천에 있는 아텔스코트 골프장의 Hill 코스 3번 티에서 수행하였다. Hill 코스 3번 티는 2007년 아텔스코트 골프장 개장 후 2008년과 2009년에 주둥무늬차색풍뎅이 유충의 발생밀도가 높았던 지역으로 켄터키 블루그래스로 조성되어 있었다. 2010년 8월 9일, 50 cm × 50 cm 크기로 실험구를 설정 한 뒤 직경 11 cm 홀 커트로 사전밀도를 조사하였다. 사전밀도 조사 후 anise oil과 linseed oil, tea-tree oil, 비이온성계면활성제(KHS-113) 및 대조약제로 ethoprosfos 입제 처리를 하였다. 식물정유는 1000배 농도로 계면활성제 0.1%와 물에 희석하여 물뿌리개로 4 L m² 처리하였고, 입제는 권장량(6 g m²)으로 실험구 내에 고루 뿌려 주었다. 처리는 3반복으로 하였고, 무처리구는 물만 처리하였다. 실험 당일의 최고 온도는 35°C였고, 처리 다음날 39.5 mm의 강우가 있었으며 이후 매일 99 mm, 0.1 mm, 37 mm, 12.5 mm, 22 mm의 강우가 있었다. 정유물질 처리 7일 후 사전밀도 조사와 동일한 방법으로 생존수를 조사하였다.

등얼룩풍뎅이 대상 실험

2010년 10월 7일 들잔디로 조성된 아텔스코트 골프장 Hill 코스 8번 러프지역에서 등얼룩풍뎅이 유충을 대상으로 수행하였다. 2007년 개장 후 처음으로 곰팡이 피해가 발생한 지역으로 약 200 m² 정도가 곰팡이에 의하여 피해를 입고 있었다. 1 m × 1 m 크기로 난괴법으로 실험구를 설정한 뒤 삽으로 30 cm × 30 cm 크기로 잔디 뗏장을 떠내어 곰팡이의 밀도조사를 하였다. 조사된 곰팡이는 모두 등얼룩풍뎅이 3령충이었다. 밀도조사 후 anise oil과 linseed oil, tea-tree oil, 비이온성계면활성제(KHS-113)를 처리하였고, 식물정유는 1000배 농도로 계면활성제 0.1%와 물에 희석하여 물뿌리개를 이용하여 4 L m² 처리하였다. 정유 물질 처리 14일 후 곰팡이 사전 밀도 조사와는 다른 쪽의 구석 부분

에서 삽을 이용하여 사전밀도 조사와 동일한 방법으로 곰팡이 수를 조사하였다. 10월 7일부터 실시한 14일간의 실험 당시 기온은 평균 25°C 내외였으며 10월 8일 10 mm, 10월 9일 0.5 mm, 10월 11일 0.5 mm 정도의 강우량이 있었다. 3반복으로 수행하였다.

통계분석

각각의 실험 결과는 arcsin변환시켜 Duncan's multiple range test로 처리평균간 차이를 비교 하였다(Statistix 8, 2003). 결과는 arcsin√변화전의 값으로 하여 평균±표준편차로 나타내었다.

결 과

실내 활성 검정

실험에 이용한 식물정유들의 흙줄풍뎅이 3령충에 대한 치사효과는 다양하였다(Fig. 1).

1주차에는 linseed oil과 tea tree oil 처리에서 높은 치사율을 보였으며 2주차에는 anise oil의 치사율도 높게 나타났는데 3주차에도 2주차와 비슷한 양상을 보였으며 유화제 단독처리도 처리 2주째부터 77.8%의 비교적 높은 치사율을 보였다(Fig. 1).

1차 실험에서 살충 효과가 높았던 anise oil과 linseed oil, tea-tree oil의 흙줄풍뎅이에 대한 농도별 효과는 농도가 낮을수록 살충 효과가 떨어졌다(Fig. 2). 처리 7일 후에는 1000배액 처리까지만 50%이상의 치사율을 보였고, 14일 후에도 동일한 경향을 보였으며, 1000배 이상 농도에서는 3주 후에 66.7-83.3%의 치사율을 보였다. 500배액과 1000배액은 치사율에서 큰 차이를 보이지 않았다. 한편, 유화를 위하여 사용한 음이온계 계면활성제도 곰팡이에 대해 높은 살충 활성을 보였다.

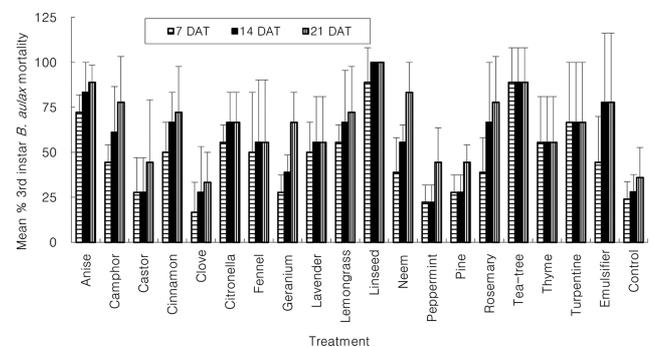


Fig. 1. Effect of 1000 fold of essential oils on mortality of 3rd instar of *Bifurcanmala aulax* in 13% moisture sand in screw cap vial at 25°C. Bar on the each graph was standard deviation.

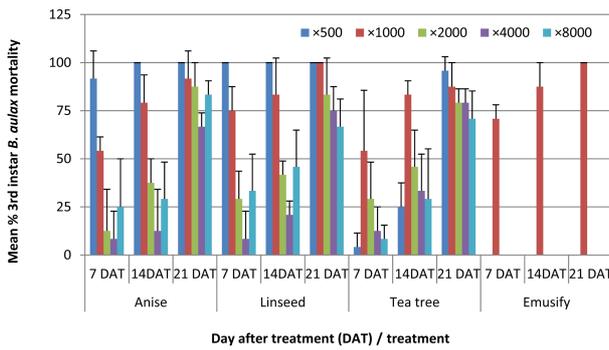


Fig. 2. Concentration effect of essential oils on mortality of 3rd instar of *Bifurcanmala aulax* in 13% moisture sand in screw cap vial at 25°C screw cap vial. Bar on the each graph was standard deviation.

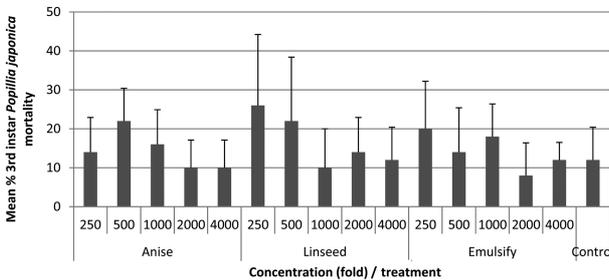


Fig. 3. Effect of essential oils on 3rd instar of *Popillia japonica* in the pot on 21 days after treatment in ryegrass pot in greenhouse. Bar on the graph is standard deviation.

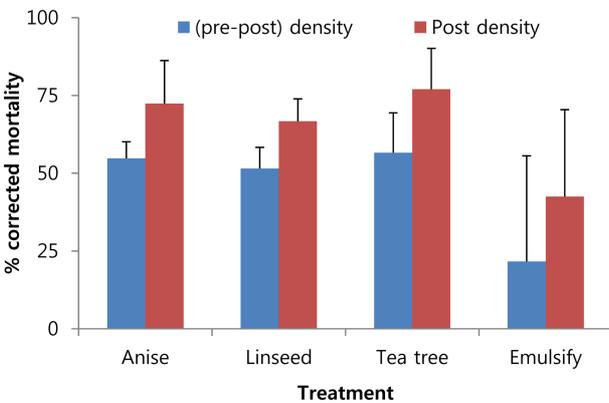


Fig. 4. Effect of essential oils on 3rd instar of *Blitopertha orientalis* at the rough of Adelscott Country Club, Hapcheon, Gyeongnam province. (Pre-post) density calculated by (density of whitegrub before treatment-density of whitegrub after treatment) \times 100% and post density was compared only density of whitegrub after treatment. Bar on the graph is standard deviation. Essential oil was treated October 7, 2010 and checked 21, October 2010.

Pot 실험

Pot에서 왜콩풍뎅이 3령충에 대한 anise oil과 linseed oil의 농도별 살충력은 10-26% 내외로 무처리와 통계적으로 차이가 없었다(Fig. 3).

야외실험

주둥무늬차색풍뎅이 대상 실험

아텔스코트 골프장에서 주둥무늬차색풍뎅이 유충을 대상으로 수행한 실험 결과, 모든 처리구의 치사율은 무처리구와 차이가 없었는데 tea tree oil과 ethoprosfos 처리에서만 $32.6 \pm 12.4\%$ 와 $38.2 \pm 17.3\%$ 의 보정사충율을 보였고, 나머지 처리에서는 효과가 전혀 없었다. 무처리구의 밀도감소율은 $45.5 \pm 5.8\%$ 였다.

등얼룩풍뎅이 대상 실험

아텔스코트 골프장에서 등얼룩풍뎅이 유충을 대상으로 야외 실험을 수행한 결과, Fig. 4와 같이 식물정유나 유화제 처리는 처리 후 생충을 조사 시 42.5-72.4%의 치사율을 보여 효과가 있었다(Fig. 4). 각 처리 별 보정사충율은 처리 전 밀도에서 처리 후 밀도 변화 값으로 조사한 결과와 처리 후 밀도만을 비교 한 결과와는 차이를 보였는데 후자의 방법으로 보정사충율을 계산하였을 때 20%가량 방제가 높게 나왔다(Fig. 4).

고 찰

굼벥이는 골프장 잔디에 피해를 주는 가장 중요한 해충의 하나로(Choo et al., 1998; Potter, 1998; Lee et al., 2002; Choo et al., 2002) 골프장에서 요방제 대상 해충의 하나이다. 뿐만 아니라 굼벥이는 목초지나 일반 경작지에서 농작물에 대한 피해도 유발시키고 있다(Kim, 1991; Jackson, 1992; Paik et al., 2007).

본 실험의 연구 결과 anise oil과 linseed oil, tea-tree oil의 굼벥이에 대한 살충활성이 다른 식물체 정유들에 비하여 높게 나타났으나 pot 실험이나 야외실험에서는 효과가 상이하게 나타났다.

Anise oil은 노린재의 일종인 *Oncopeltus fasciatus*에 대하여 독성 또는 회피 작용이 있는 것으로 알려져 있으며 *Tribolium castaneum* 잎벌레에 대해 혼증효과가 있는 것으로 알려져 있고, linseed oil cake는 벼물바구미(*Sitophilus orizae*)의 산란 억제 효과와 농약이나 pyrethrin과 혼합 시 상승효과를 유발하는 것으로 알려져 있다(Prakash and Rao, 1997). 또한 tea-tree 추출물들은 뿌리혹선충에 대한 살선충 활성과 살충 활성 및 섭식 기피 작용이 있는 것으로 알려져 있고, 지렁이에 대한 독성도 높다(Prakash and Rao, 1997; Lee et al., 2010). 그러나 이런 정유들의 굼벥이에 대한 살충 활성은 본 실험을 통하여 처음 확인 되었는데 실험조건에 따라 효과는 차이가 있었다. Cap vial실험에서는 많은 식물정유들이 흙줄풍뎅이 3령충에 대하여 높은 살충력을 보였으나 pot에서 왜콩풍뎅이에 대해서는 효과가 매우 낮

았다. 이는 굼벵이의 종류 차이에 의한 식물정유에 대한 감수성의 차이에 기인 할 수도 있으나 cap vial 실험의 경우 밀폐된 공간 내에서 실험이 이루어져 식물정유와 같이 휘발성이 있는 물질에 의한 혼증 독성 효과가 있었기 때문으로 생각된다. Pennyroyal이나 tea tree 정유의 경우 저곡해충인 어리쌀바구미(*Sitophilus zeamais*)에 대하여 혼증독성 효과가 높은 것으로 알려져 있다(Kim et al., 2012). 또한 실험에 사용한 흙줄풍뎅이의 경우 저농약 또는 유기농 관리지역에서 채집되었는데 채집 당시 곤충병원성곰팡이나 *Serratia* sp.와 같은 곤충병원성세균 등의 감염충이 많았었고, 실제 일부 치사충체와 토양에서는 곤충병원성세균인 *Bacillus thuringiensis*가 검출되기도 하였다(Unpublished data). 따라서 채집 된 흙줄풍뎅이에 이러한 병원균들의 감염에 의하여 식물정유의 효과가 상승적으로 나타났을 가능성도 있는데 이러한 부분에 대해서는 추가적인 연구가 필요할 것으로 생각된다. 한편 이러한 식물정유의 혼증효과는 농도별 처리에서도 차이를 보였는데 흙줄풍뎅이 유충에 대한 살충 효과는 1000배 이상 희석처리 시 살충효과가 떨어져 충분한 효과를 보기 위해서는 농약에 비하여 상대적으로 많은 유효성분량이 필요한 것을 알 수 있었다. 한편 물과 유화를 위하여 사용한 음이온계 계면활성제도 높은 살충력을 보여 방제물질의 보조제로서의 계면활성제의 적절한 선택이 방제 효과를 높이는데 매우 중요하게 작용할 것으로 판단되었다.

Pot에서 왜콩풍뎅이를 대상으로 한 실험에서는 식물체 정유의 효과가 매우 낮게 나타났다. 이는 전술 한 바와 같이 혼증효과를 전혀 볼 수 없는 조건에서 실험이 수행되었으며 흙줄풍뎅이에서 실험은 모래를 사용하였으나 왜콩풍뎅이에 대한 실험은 양토로 silt와 점토의 함량이 각각 49.03%와 12.65%였는데 이러한 토성도 영향을 미쳤을 것으로 생각된다. 즉 모래의 경우 처리 된 식물정유들이 쉽게 이동 가능하지만 점토가 많을 경우 이동에 제한을 받게 되는데 이러한 것도 한 요인으로 생각된다.

아텔스코트 골프장에서 주둥무늬차색풍뎅이 유충을 대상으로 수행한 야외 실험 결과, 모든 처리구의 치사율은 무처리구와 차이가 없었으나 등얼룩풍뎅이 유충을 대상으로 수행한 2차 실험에서는 모두 높은 치사율을 나타내었다. 야외실험의 경우 처리지의 환경조건이나 기상 조건 등에 따라 효과의 차이가 많은 편이다. 1차 실험을 수행한 아텔스코트 골프장 티의 경우 주둥무늬차색풍뎅이가 발생하여 처리 당시 번데기 형성이 시작 되는 시기였는데 상대적으로 깊은 곳에 서식하였으며 처리 후 많은 양의 강우로 인하여 효과가 낮았던 것으로 생각된다. 한편 아텔스코트 골프장에서 등얼룩풍뎅이 유충을 대상으로 한 야외실험에서는 주둥무늬차색풍뎅이에 비하여 효과가 높았는데 이는 처

리 후 10 mm 이하의 적은 양의 강우가 1, 2, 4일째 있었던 것이 오히려 효과를 증대 시켰을 것으로 생각된다. 이러한 적당량의 관수는 토양서식 해충의 방제가를 높이는 주요한 방법의 하나로 알려져 있다(Lee et al., 2006). 한편 등얼룩풍뎅이 방제효과는 계산방법에 따라 차이를 보였는데 처리 전 밀도와 처리 후 밀도의 차이를 이용하여 방제가를 산출하는 방법에 근거한 방제가는 처리 후 처리구별 밀도를 비교하여 방제가를 산출하는 방법에 비하여 20% 가까운 차이를 보였다. 굼벵이의 경우 대면적에 걸쳐 균일분포를 하는 것이 아니고 국지적으로 집중분포를 하기 때문에 (Lee et al., 2002) 야외에서 굼벵이 효과를 평가할 경우 실험 방법에 따라 효과의 차이가 생기므로 방제제의 효능을 평가 할 때는 이러한 점을 충분히 고려하여야 할 것으로 생각된다. 본 연구에 이용한 식물정유들은 실내에 비하여 야외 실험에서는 상대적으로 낮은 굼벵이 방제 효과를 보였으나 60% 이상의 방제 효과를 보여 화학농약의 대체 방법 또는 환경친화적 잔디 해충 방제방법으로 활용 가능성이 있을 것으로 판단된다. 추후 야외에서 방제 효과를 향상시킬 수 있는 다양한 방법에 관한 연구가 부가적으로 수행되면 실용성이 향상 될 수 있을 것으로 생각된다.

요 약

굼벵이는 각종 작물과 나무에 피해를 줄 뿐만 아니라 특히 골프장 잔디에 피해를 주는 주요해충의 하나이다. 본 연구는 18종의 식물정유(anise oil, camphor, castor, cinnamon, clove oil, citronella, fennel, geranium, lavender, lemongrass, linseed, neem, peppermint, pine, rosemary, tea-tree, thyme, turpentine)를 이용하여 굼벵이의 환경친화적 방제 가능성을 알아보고자 실내와 온실, 야외에서 실험을 수행하였다. Cap vial 실험에서 흙줄풍뎅이 3령충에 효과가 높은 정유는 anise (88.9%)와 linseed oil (100%) 및 tea-tree oil (88.9%)이었다. 온실 pot에서 왜콩풍뎅이 3령충에 대한 anise와 linseed oil의 효과는 낮게 나타났다. 야외에서 anise와 linseed 및 tea-tree oil의 효과도 대상 굼벵이의 종류에 따라 차이를 보였다. 주둥무늬차색풍뎅이 번데기에 대해서는 tea-tree oil 처리에서만 32.6%의 보정사충율을 보였으나 등얼룩풍뎅이 3령충에 대해서는 anise와 linseed, tea-tree oil이 각각 54.8%, 51.6%, 56.5%의 보정사충율을 보였다.

주요어: 등얼룩풍뎅이, 잔디, 흙줄풍뎅이, 환경친화적방제

Acknowledgement

This research was supported in part by the Technology

Development Program for Agriculture and Forestry, Ministry for Agriculture, Food and Rural Affairs, Republic of Korea.

References

- Ali, A.D. and Elmore, C.L. 1989. Turfgrass pests. pp. 17-117. The Regents of the University of California, Division of Agriculture and Natural Resources. Oakland, USA.
- Buchbauer, G. 2010. Biological activities of essential oils. pp. 235-280. In: Baser, K.H.C. and Buchbauer, G. (Eds.). Handbook of essential oils science, technology, and applications. CRC Press, USA.
- Choo, H.Y., Lee, D.W., Park, J.W., Kaya, H.K., Smitly, D.R., et al. 2002. Life history and spatial distribution of oriental beetle (Coleoptera: Scarabaeidae) in golf courses in Korea. J. Econ. Entomol. 95:72-80. (In Korean)
- Choo, H.Y., Lee, D.W., Lee, S.M., Lee, T.W., Choi, W.G., et al. 2000. Turfgrass insect pests and natural enemies in golf courses. Kor. J. Appl. Entomol. 39:171-179. (In Korean)
- Choo, H.Y., Lee, D.W., Lee, S.M., Kweon, T.W., Sung, Y.T., et al. 1998. White grubs in turfgrass of golf courses and their seasonal density. Kor. Turfgrass Sci. 12:225-236. (In Korean)
- Duke, S.O. 1990. Natural pesticides from plants. pp. 511-517. In: Janick, J. and Simon, J.E. (Eds.). Advance in new crops. Timber Press, USA.
- Franz, C. and Novak, J. 2010. Sources of essential oils. pp. 39-82. In: Başer, K.H.C. and Buchbauer, G. (Eds.). Handbook of essential oils science, technology, and applications. CRC Press, USA.
- Ha, P.J., Kim, T.S., Lee, S.H., Choo, H.Y., Choi, S.H., et al. 2010. Effect of neem and mustard oils on entomopathogenic nematodes and silkworm. Kor. J. Pesticide Sci. 14(1):54-64. (In Korean)
- Isman, M.B. 1999. Neem and related natural products. pp. 139-154. In: Hall, F.R. and Menn, J.J. (Eds.). Biopesticides use and delivery. Humana Press, USA.
- Jackson, T.A. 1992. Scarabs-pests of the pest or the future? pp. 1-10. In: Jackson, T.A. and Glare, T.R. (Eds.). Use of pathogens in scarab pest management. Intercept Ltd., USA.
- Jackson, T.A. and Glare, T.R. 1992. Use of pathogens in scarab pest management. pp. 1-298. Intercept Ltd., USA.
- Kim, J.H., Lee, J.P., Ham, S.K., Kim, D.H., Yeom, J.R., et al. 2009. Possibility of control of turfgrass insect pest, *Popillia quadriguttata* (Coleoptera: Rutelidae) using pheromone trap in golf courses. Kor. Turfgrass Sci. 23:45-60. (In Korean)
- Kim, K.W. 1991. Effects of soil moisture on survival of large black chafer (*Holotrichia morosa* Waterhouse) eggs and larvae. Kor. J. Appl. Entomol. 30:37-41. (In Korean)
- Kim, Y.K., Kim, K.H., Lee, J.J., Lee, H.Y. and Lee, S.G. 2012. Fumigant toxicity and the repellent effect of essential oils against *Sitophilus zeamais* Motschulsky. Kor. J. Appl. Entomol. 51(4):389-395. (In Korean)
- Lee, D.W., Shin, C.C., Kweon, T.W., Choo, H.Y. and Lee, S.M. 2002. Sampling and distribution of *Exomala orientalis* (Coleoptera: Scarabaeidae) larvae, in golf courses. Kor. Turfgrass Sci. 16(2):97-106. (In Korean)
- Lee, D.W., Choi, W.G., Lee, S.M., Kim, H.H. and Choo, H.Y. 2006. Effect of soil moisture and irrigation on pathogenicity of entomopathogenic nematodes. Kor. J. Agri. and For. Meteor. 8:77-85. (In Korean)
- Lee, C.M., Kwon, O.G., Lee, K.S., Lee, S.M., Choi, S.H., et al. 2014. Insect pests in turf sod production areas in Korea. Weed Turf. Sci. 3(2):114-120. (In Korean)
- Lee, D.W., Hong, Y., Jung, Y.H., Choi, S.H., Choo, H.Y., et al. 2010. Occurrence of earthworm and effect of plant extracts on earthworm in golf courses. Kor. Turfgrass Sci. 24:1-8. (In Korean)
- Noma, Y. and Asakawa, Y. 2010. Biotransformation of monoterpenoids by microorganisms, insects, and mammals. pp. 585-736. In: Başer, K.H.C. and Buchbauer, G. (Eds.). Handbook of essential oils science, technology, and applications. CRC Press, USA.
- Paik, C.H., Lee, G.H., Choi, M.Y., Kim, D.H., Choi, D.R., et al. 2007. Population dynamics and damages of white grubs in sweet potato fields. Kor. J. Appl. Entomol. 46:165-168. (In Korean)
- Potter, D.A. 1998. Destructive turfgrass insects: biology, diagnosis, and control. Ann Arbor Press, Inc. USA.
- Prakash, A. and Rao, J. 1997. Botanical pesticides in agriculture. CRC Press, Inc. USA.
- Statistix 8. 2003. User's manual. Analytical Software. USA.
- Weinzierl, R. and Henn, T. 1994. Botanical insecticides and insecticidal soaps. pp. 541-556. In: Leslie, A.R. (Ed.). Hand book of integrated pest management for turf and ornamentals. Lewis Publishers. USA.