

발육시기가 다른 집파리 성충에 처리한 BPUs계 살충제의 알에 대한 부화억제 효과

Effect on Egg Hatch Inhibition of Benzoylphenylureas Treated to Different Aged House Fly, *Musca domestica* L.

박정규 · 강창현 · 김경옥 · 강창훈

Chung Gyoo Park, Chang Heon Kang, Kyoung Ok Kim and Chang Hoon Kang

Abstract - The chemosterilizing effects of 4 benzoylphenylureas (BPU), were tested on the adult house fly at different developmental stages. The male and female flies before insemination (1-day-old) or with fully developed ovaries (5-day-old) were exposed to the flask surface coated with BPU solution (300 ppm) for 24 hrs. None of the eggs layed by the 5-day-old flies on the next day of exposure to either flufenoxuron or teflubenzuron hatched to larvae. The eggs layed by the 5-day-old flies exposed to either triflumuron or diflubenzuron also showed a significantly reduced hatchability of 23%. The first egg batches layed by 1-day-old flies exposed to flufenoxuron showed hatchability of only 1%. These results indicate that the BPU applied were effective in egg sterilization irrespective of developmental stage of house fly. The effect of flufenoxuron was the most pronounced and lasted for 5 days after exposure.

Key Words - House fly, *Musca domestica*, Benzoylphenylurea, Egg hatchability, Fly age

초 록 - Benzoylphenylurea계 살충제(BPU)는 많은 종의 곤충에 불임을 유발하는 것으로 알려져 있다. 이전의 실험결과 집파리의 불임에 효과적인 것으로 밝혀진 4가지 BPU의 발육단계가 다른 집파리 성충에 대한 불임효과를 실험하였다. 수컷 성충 및 우화 후 교미하기 전의 암컷(우화 1일 후)과 교미 후 난소가 충분히 발육한 상태의 암컷(우화 5일 후)을 300 ppm의 약제에 24 시간 동안 접촉시킨 후 1~2일 간격으로 채란하여 부화율을 조사하였다. Flufenoxuron과 teflubenzuron에 처리된 5일 암컷이 처리 1일 후 산란한 알은 전혀 부화하지 못하였고, triflumuron과 diflubenzuron에 처리한 5일 암컷이 산란한 알의 부화율은 23%로 크게 감소하였다. Flufenoxuron에 처리된 1일 파리가 처음 산란한 알은 단지 1%의 부화율을 보였다. 따라서 본 실험에서 사용한 4가지 BPU계 살충제는 집파리 성충의 연령에 관계없이 산란된 알의 부화를 억제할 수 있었으며, 부화한 유충의 일부는 번데기까지 자라지 못하고 사망하였다. 실험에 사용한 4약제 중에서 flufenoxuron의 부화억제 효과가 가장 우수하였으며, 약효가 5일간 지속되었다.

검색어 - 집파리, *Musca domestica*, BPU, 곤충성장조절물질, 부화율, 성충나이

Benzoylphenylurea계 화합물(BPU)은 여러 가지 파리류 해충에 대해 살란효과가 있는 것으로 알려져 있다. Lufenuron과 triflumuron은 *Teratitis capitata* (과실파리과)에 불임을 유발하고 (Victor *et al.*, 1999), triflumuron은 face fly (Broce and Gonzaga, 1987)와 집파리

(Howard and Wall, 1995b)에, diflubenzuron은 face fly와 horn fly 및 집파리에 불임을 일으키며 (Kunz *et al.*, 1977; Pickens and DeMilo, 1977; Chang, 1979; Knapp and Herald, 1983), penfluron도 집파리와 face fly에 불임을 유발한다 (Chang 1979; Knapp and Herald, 1983).

경상대학교 농과대학 농생물학과 (농어촌개발연구소) (Department of Agricultural Biology, College of Agriculture, Gyeongsang National University, Chinju 660-701, Korea)

이들 화합물은 궁극적으로는 완전히 성숙된 알이라 하더라도 부화하지 못하게 하며, 만약 부화하더라도 부화한 유충은 키틴합성이 저해되기 때문에 다음 단계의 탈피과정에서 죽게된다 (Knapp and Herald, 1983; Park *et al.*, 1999). Park (1998)과 Park *et al.* (1999)은 실내 실험의 결과를 통해서 flufenoxuron, teflubenzuron, triflumuron, diflubenzuron의 4약제를 유충의 먹이에 섞어주었을 때 유충에 대한 살충효과가 있고, 우화 2일 이내의 어린 성충에 급여하였을 때에는 그 다음 세대 알(F_1 eggs)의 부화를 억제한다고 하였다. 그러나 야외조건에서는 개체군 내 각 개체의 발육단계가 일치하지 않기 때문에 어린 성충만 있는 것이 아니고 모든 단계의 성충이 공존한다. 따라서 이들 살충제를 측사 등에 살포하여 방제효과를 얻기 위해서는 성충의 발육단계에 관계없이 불임효과를 유발시킬 수 있어야 할 것이다.

지금까지의 연구결과를 보면 파리류 성충의 발육단계와 화학불임제의 불임효과에 대한 연구결과들이 서로 일치하지 않음을 알 수 있다. 예를 들면 triflumuron과 diflubenzuron은 어린 face fly와 집파리에 효과적이라고 하였다 (Knapp and Herald, 1982, 1983; Howard and Wall, 1995a, b). 그러나 Rawlins and Jurd (1981)와 Rawlins *et al.* (1982)은 benzyphenol계인 J2644 [2, 4-bis (1, 1-dimethyl)-6-(4-methoxyphenyl methyl phenol)] 외에 5종의 화학불임제를 실험한 결과 어린 성충보다는 좀더 발육된 집파리와 screw-worm (*Cochliomyia hominivorax*)에 더 효과적이라고 하였다. 한편 몇몇 연구자는 처리된 성충의 나이와는 관계가 없다고 하였는데, Chang (1979)은 diflubenzuron의 불임효과는 집파리 성충의 발육단계와 관계없이 효과적이라고 하였고, Broce and Gonazaga (1987)도 face fly가 교미하였거나 또는 산란직전이거나 관계없이 triflumuron과 J2644가 불임을 일으킨다고 하였다. 따라서 본 실험에서는 집파리 성충에 불임을 일으키는 것으로 밝혀진 flufenoxuron, teflubenzuron, triflumuron 및 diflubenzuron 등 4가지 BPUs계 약제를 교미전 또는 산란직전의 집파리 성충에 처리했을 때 산란된 알의 부화에 미치는 영향을 조사하였다.

재료 및 방법

실험약제

실험에 사용된 약제는 diflubenzuron 14% WP (동양화학), teflubenzuron 5% SC (경농), triflumuron 25% WP (동부한농화학), flufenoxuron 5% DC (성보화학)의 4종으로서, 시중에서 제품을 구입하여 사용하였다.

실험곤충

이 실험에 사용된 집파리 (*Musca domestica*)는 1997년 4월 경남 함양군의豚舍에서 채집한 총을 $27 \pm 0.5^\circ\text{C}$, 16L : 8D 조건의 항온기 내에서 '어린병아리용 사료' (제일제당주식회사)와 톱밥을 1 : 1 (v/v)로 섞어서 사육하였으며, 채집한 이후부터 실험에 사용할 때까지 어떤 농약에도 접촉되지 않았다. 약제에 접촉시킨 성충의 발육시기는 우화 후 24시간 이내 (이하 1일 파리)와 우화 5일 후 (이하 5일 파리)로 구분하였다. 같은 어미 집단으로부터 3일 간격으로 채란하여 유충을 사육하였으며, 1일 파리는 우화 24시간 이내에, 5일 파리는 우화 5일 후에 약제를 처리하였다. 5일 파리는 우화직후부터 약제를 처리할 때까지 암수가 함께 한 사육케이지 내에 있었으므로 이미 교미가 끝난 상태이다. 기타 실험곤충의 사육방법은 Park (1998)과 동일하다.

약제의 희석과 처리

모든 약제는 300 ppm으로 처리하였다. 그 이유는 Park *et al.* (1999)이 보고한 대로 diflubenzuron과 Triflumuron이 125 ppm 이상의 농도에서 99%에 가까운 불임효과를 나타내었기 때문에, 성충의 발육시기에 따른 확실한 불임효과를 유발시키기 위하여 300 ppm의 높은 농도를 선택하였다. teflubenzuron과 flufenoxuron은 각각 12.5 ppm이나 20 ppm의 낮은 농도에서도 불임효과가 98% 이상이었으나 다른 두 약제와 불임효과를 비교하기 위하여 같은 농도로 조정하였다. 각 약제를 ethyl alcohol (99.9% 이상)에 희석하였다. 희석액 3 ml를 tissue culture flask (275 ml)에 떨어뜨린 후 약액이 flask의 표면에 골고루 묻도록 잘 흔든 다음 남은 약액을 따라버렸다. 약액을 flask의 표면에 coating 한 후 공기펌프로 flask 내에 공기를 불어넣어 alcohol을 완전히 휘발시켰다. 이와 같이 약액이 표면 처리된 flask에 집파리 성충을 암수 50마리씩 넣어서 24시간 동안 실내조건에 둬으로써 약제가 성충의 몸에 접촉될 수 있도록 하였다.

채란과 부화율 조사

Flask에 집파리를 처리한지 24시간 후에 파리를 꺼내어 암수 각 2마리씩을 플라스틱 원통 ($\phi 123 \times 96$ mm)으로 옮겨서 채란하였다. 산란장소를 제공해주기 위하여 채란용 작은 용기 ($\phi 57 \times 65$ mm)를 원통 안에 넣어주었다. 백설탕 5% (w/v)를 녹인 음료용 우유 (서울우유 또는 축협우유)를 kitchen paper에 흡수시킨 후, 이 kitchen paper를 채란용 용기에 넣어 파리 암컷이 산란하도록 하였다. 약제 처리 후 10일 동안 매일 산란된 알을 꺼내어 부화율을 조사하였다. 부화율 조사는 멸균 petri dish ($\phi 87 \times 15$ mm)에 물에 적신 여지

를 두 장 깔고 그 위에 각 반복별로 20개의 알을 배열하고 27±0.5°C, 16:8(L:D)의 항온기 내에 보관하였다. 48시간 후에 해부현미경 하에서 알의 부화여부를 조사하였다.

유충발육조사

약제처리 5일째와 7일째에 산란된 알은 부화 후 유충의 발육상태를 알아보았다. 알이 배열된 부화용 조 사용 멸균 petri dish의 한 쪽 구석에 유충 먹이를 소량 놓아서 부화한 유충이 그곳으로 가서 자랄 수 있도록 하였다. 무처리의 생존 유충이 모두 용화한 후 번데기의 수를 세고 용화율을 계산하였다. 용화율은 [(번데기의 수)/(부화유충의 수)]×100으로 계산하였다.

통계분석

부화율은 arcsine \sqrt{x} 값으로 변환한 후 General Linear Models Procedure (SAS Institute, 1998)로 분산분산하였고, Student-Newman-Keuls Test (SAS Institute, 1998)로써 평균값 간의 유의차를 5%수준에서 검정하였다. 본문 중의 표와 그림에는 변환전의 부화율(평균±SD)로 나타내었다.

결과 및 고찰

부화율에 미치는 영향

표 1은 집파리 성충을 약제에 접촉시킨 1일 후에 난소의 크기를 조사한 결과이다. 1일 파리 암컷은 약제처리 당시 교미하지 않은 상태이며 난소가 아직 완전히 성숙하지 않고 발육도중인 것들이었다. 1일 파리가 약제처리 당시 난소가 충분히 발육하지 않았다는 것은 표 1에서 난소의 크기로도 알 수 있으며, 표 2에서 약제처리 2~3일 후(우화 3~4일 후)부터 산란하기 시작하였다는 사실로도 추정할 수 있다. 한편 5일 파리는 약제 처리 당시 이미 수정이 끝나고 난소가 충분히 발육하여 산란준비가 완료된 상태라고 할 수 있다. 우화 후 5일이 경과하면 난소발육이 충분히 끝난다는 것은 표 1의 난소의 크기와 표 3에 나타난 것처럼 약제 처리 후 24시간 이내에 산란하기 시작하였다는 사실로 알 수 있으며, 무처리에서의 부화율이 65%로 높다는 사실로서 이미 수정이 되었다는 것을 알 수 있다.

표 2와 3은 1일 파리와 5일 파리를 4가지 BPUs계 살충제에 24시간 동안 접촉시킨 후 산란된 알의 부화율을 조사한 것이다. 1일 파리에 flufenoxuron과 triflumuron을 처리하였을 경우(표 2) 처리 3일 후에 산란된 알의 부화율이 각각 1.1%와 46.4%로서 무처리의 78.3%에 비해서 현저히 낮았다. 또한 diflubenzuron과 teflubenzuron을 처리하였을 경우 약제처리 2일 후에 산란된 알의 부화율이 각각 60.0%와 33.3%로서 무처리의 100%보다 낮았다. 이러한 결과로 볼 때 비록 약제간에 효과는 다르지만 1일 파리에 대해서 불임유발효과가 있다고 할 수 있다. 그러나 flufenoxuron과 triflumuron의 경우에는 약제처리 5일 후까지, diflubenzuron과 teflubenzuron의 경우에는 약제처리 2일 후까지만 산란된 알의 부화율이 감소하고 그 이후에는 다시 증가하여 불임억제 효과가 감소함을 알 수 있었다. 이와 같이 난소발육 중에 있는 성충에 대해서 불임효과가 있는 것은, 갈색거저리 (*Tenebrio molitor*)에서 처럼 처리한 diflubenzuron이 난모세포가 성숙하는 중에 DNA 합성이나 단백질 합성을 저해함으로써 궁극적으로는 난황형성과정 (vitellogenesis)을 방해하기 때문인 것 (Soltani-Mazouni and Soltani, 1994; Soltani *et al.*, 1996)으로 생각된다.

Table 1. Ovarian size (mm±SD) of the female house fly

Fly age	n	Mean±SD	Range
2-day-old	25	1.11±0.14	0.88~1.44
6-day-old	25	2.10±0.31	1.00~2.48

The size of ovary was measured by stereoscopic microscope (16 times) at the 2nd and the 6th day of postemergence; 1 day after treatment.

5일 파리에 flufenoxuron을 처리하였을 경우(표 3) 처리 후 3일까지는 산란된 알이 전혀 부화하지 않았으며, 처리 5일 후에 산란된 알의 부화율도 11.1%에 불과하였다. Teiflumuron을 처리하였을 경우에도 약제처리 2일 후까지 산란된 알은 부화율이 23.6%와 36.7%에 불과하였다. Diflubenzuron과 teflubenzuron을 처리하였을 경우에도 처리 1일 후에 산란된 알의 부화율이 23.3%와 0.0%에 불과하였다. 이러한 결과로 볼 때 실험에 사용한 BPUs계 살충제는 이미 교미가 끝나고 난소의 발육이 완성된 성충에 대해서도 불임효과가 있다고 할 수 있다. 한편 flufenoxuron의 처리의 경우에는 약제처리 5일 후까지만, 기타 약제는 약제처리 2일 후까지만 산란된 알의 부화율이 낮아 약효지속 효과가 표 2의 1일 파리의 경우와 비슷하게 나타났다.

이상과 같이 실험에 사용한 4가지 BPUs계 살충제가 집파리 성충에 대해서는 성충의 나이에 관계없이 불임효과가 인정되었다. 그러나 한 처리 내에서 산란된 난피에 따라 부화율에 변이가 크게 나타나 평균 부화율은 무처리보다 낮았으나 통계적 유의차는 없는 경우가 많은데, 이러한 현상은 한 집단 내에서도 개체에 따라 약제에 대한 반응에 차이가 크기 때문으로 생각된다.

Table 2. Mean (\pm SD) hatchability of eggs deposited by 1-day-old house flies exposed to 4 benzoylphenylureas (BPUs)

BPUs	2 DAT ¹	3 DAT	5 DAT	7 DAT	10 DAT
Flufenoxuron	— ²	1.1 \pm 3.3 a (180)(0~10)	28.8 \pm 44.5 a (160)(0~100)	64.3 \pm 34.9 a (140)(5~100)	77.0 \pm 43.5 a (100)(0~100)
Triflumuron	—	46.4 \pm 45.4 ab (140)(0~100)	19.2 \pm 38.5 a (62)(0~76.9)	97.5 \pm 3.5 a (40)(95~100)	67.5 \pm 46.0 a (40)(35~100)
Diflubenzuron	60.0 \pm 17.3 a (80)(15~95) ³	78.0 \pm 43.8 b (100)(0~100)	75.0 \pm 40.7 a (115)(0~100)	74.2 \pm 40.3 a (120)(0~100)	50.0 \pm 70.7 a (40)(0~100)
Teflubenzuron	33.3 \pm 35.4 a (60)(0~75)	58.0 \pm 38.2 b (100)(0~95)	83.3 \pm 14.4 a (60)(75~100)	45.0 \pm 50.5 a (100)(0~100)	66.7 \pm 57.7 a (60)(0~100)
Check	100.0 a (20)(100)	78.3 \pm 25.7 b (60)(50~100)	49.2 \pm 48.0 a (120)(0~100)	—	85.7 \pm 37.8 a (140)(0~100)

Means followed by the same letter in the same column are not significantly different ($P < 0.05$; Student-Newman-Keuls Test). Data were subjected to arcsine \sqrt{x} transformation for analysis; untransformed data are presented in this table.

¹: Days after treatment. The house fly adults were contacted tarsally to flask surface coated with each chemical (300 ppm) for 1 day at the 1st day of postemergence.

²: No oviposition occurred.

³: Numbers in parentheses represent the number of eggs used in hatchability tests and the range of hatchabilities.

Table 3. Mean (\pm SD) hatchability of eggs deposited by 5-day-old house flies exposed to 4 benzoylphenylureas (BPUs)

BPUs	1 DAT ¹	2 DAT	3 DAT	5 DAT	7 DAT	10 DAT
Flufenoxuron	0.0 \pm 0.0 a (120)(0.0) ³	0.0 \pm 0.0 a (60)(0.0)	0.0 \pm 0.0 a (100)(0.0)	11.3 \pm 22.5 a (80)(0~45)	— ²	100.0 a (40)(100)
Triflumuron	23.6 \pm 40.5 ab (140)(0~90)	36.7 \pm 55.1 ab (60)(0~100)	96.3 \pm 6.9 c (160)(80~100)	49.0 \pm 43.5 a (100)(0~90)	—	86.3 \pm 27.5a (80)(45~100)
Diflubenzuron	23.3 \pm 25.2 ab (60)(0~50)	—	55.0 \pm 45.2 b (140)(0~100)	23.6 \pm 33.5 a (120)(0~85)	23.8 \pm 38.2 a (80)(0~80)	35.0 \pm 56.4a (60)(0~100)
Teflubenzuron	0.0 \pm 0.0 a (55)(0.0)	—	75.0 \pm 37.5 bc (136)(5~100)	74.0 \pm 42.0 a (100)(0~100)	82.5 \pm 10.6 a (40)(75~90)	97.5 \pm 3.5a (40)(95~100)
Check	65.0 \pm 37.4 b (120)(0~100)	100.0 b (40)(100)	82.2 \pm 16.7 bc (200)(50~100)	58.8 \pm 39.6 a (91)(9.1~100)	—	67.5 \pm 50.4a (120)(0~100)

Means followed by the same letter in the same column are not significantly different ($P < 0.05$; Student-Newman-Keuls Test). Data were subjected to arcsine \sqrt{x} transformation for analysis; untransformed data are presented in this table.

¹: Days after treatment. The house fly adults were contacted tarsally to flask surface coated with each chemical (300 ppm) for 1 day at the 5th day of postemergence.

^{2,3}: For explanation, see Table 2.

Howard and Wall (1995b)은 1 μ g의 triflumuron을 집파리 암컷에 미량국소처리했을 때 알에 대한 부화억제 효과는 우화 후 3일 이상 된 파리에서보다 우화 후 1일 된 파리에서 더 효과적이라고 하였다. 이와는 반대로 Rawlins *et al.* (1982)은 1%의 J2644를 우화 후 2~4일 또는 6일된 암컷 집파리에 섭식시킨 결과 우화 후 6일된 파리에서 부화억제효과가 더 컸다고 하였다. 또한 Rawlins and Jurd (1981)는 2종류의 benzylphenol계 살충제를 screwworm 성충의 부절에 접촉시킨 결과 우화 후 1일된 파리보다는 3~5일 된 파리에 대해 부화억제효과가 높았다고 하였다. 한편 Broce

and Gonazaga (1987)는 J2644 (1%)와 triflumuron (0.05%)을 우화 후 2일 (교미전), 4일, 6일(산란 직전)된 face fly에 섭식시킨 결과 성충의 나이에 관계없이 산란된 알에 대한 부화억제효과가 있었다고 하였으며, Chang (1979)도 diflubenzuron, penfluron, triflumuron 10 μ g을 집파리 성충에 복강주사했을 때, 성충의 발육 단계 (교미전, 교미후 또는 첫 산란 후)에 관계없이 산란된 알에 대한 부화억제 효과가 있었다고 하였다. 본 실험의 결과도 이들의 결과를 뒷받침한다고 할 수 있다. 그러나 이러한 부화억제 효과는 약제의 처리방법에 따라서, 또는 face fly에서 처럼 (Knapp and Herald,

1982) 약제의 농도와 처리시간에 따라서도 다르게 나타날 것으로 생각되므로 이에 대한 보충연구가 필요하다고 생각된다.

부화율에 미치는 약제간 차이

그림 1은 불임에 미치는 약제간의 효과를 비교하기 위하여 결손 data(표 1과 2에서 산란이 되지 않아 부화율을 조사할 수 없었던 날의 data)가 없는 날의 부화율 자료를 통합하여 그 평균치를 나타낸 것이다. 즉, 1일 파리는 약제에 접촉시킨지 3, 5, 7일 후에 산란된 알의 부화율 자료(무처리의 경우에는 3, 5, 10일 후)를, 5일 파리의 경우에는 1, 3, 5일 후에 산란된 알의 부화율 자료를 통합하였다. 약제에 접촉시킨 성충의 연령에 관계없이 flufenoxuron의 부화억제효과가 가장 뛰어나서 3일간 산란된 알의 부화율이 1일 파리

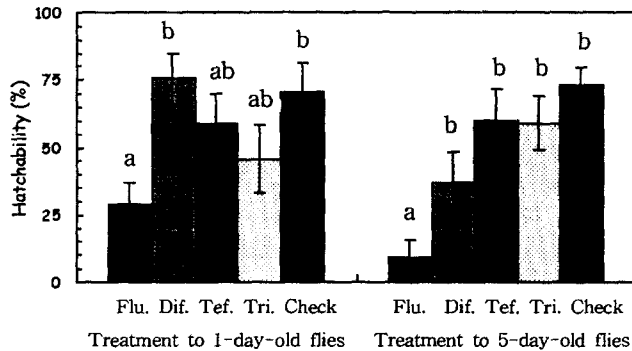


Fig. 1. Mean hatchability of eggs deposited by house flies contacted tarsally to flask surface coated with BPUs solutions (300 ppm) for 1 day at the 1st and the 5th day of post-emergence; flufenoxuron, diflubenzuron, teflubenzuron, and triflumuron. Mean hatchability followed by the same letter within the same fly age indicates no significant difference ($P < 0.05$; Student-Newman-Keuls Test). Data were subjected to arsine \sqrt{x} transformation for analysis; untransformed data are presented in this figure.

와 5일 파리에서 각각 28%와 9%이었다. 이러한 결과는 Park *et al.* (1999)의 실험결과와 일치하는 것으로서, 이들은 약제를 성충먹이에 희석시켜 산란기간 동안 계속 섭식과 접촉시킨 결과, flufenoxuron은 5 ppm의 낮은 농도에서도 산란된 알이 전혀 부화되지 않았던 반면에, teflubenzuron (12.5 ppm)과 diflubenzuron (62.5 ppm) 처리에서는 부화율이 각각 6%와 46%이었다고 하였다. Park *et al.* (1999)은 약제를 희석시킨 우유를 실험기간 동안 계속 공급하였으나 본 실험에서는 tissue culture flask의 표면에 약액을 coating하고 24시간 동안만 파리를 접촉시켰다. 따라서 이들 약제가 집파리 성충에 불임을 일으키는 데는 장기간의 접촉이 필요치 않을 것으로 생각된다. 그러나 충에 대한 약제의 효과는 동일한 약제라 하더라도 처리 농도, 접촉시간 등과 밀접한 관계가 있고, 실제 야외에서 집파리가 한 곳에 24시간 동안 앉아있는 것이 아니기 때문에 이러한 요인들이 불임효과에 미치는 영향에 대한 보충연구가 필요하다고 생각된다.

유충의 발육

약제 처리 후 5일 만에 산란된 알에서 부화한 유충의 발육을 조사하였다. 표 1과 2에 나타난 대로 약제에 접촉시킨 지 5일 후에는 flufenoxuron을 제외한 약제의 불임효과가 대부분 없어진 시기로 생각되어, 이때에 부화한 유충이 정상적으로 발육하여 용화할 수 있는지를 알아 본 것이다. 1일 파리의 경우 flufenoxuron을 접촉시킨 성충이 낳은 알은 비록 부화는 하더라도 전혀 번데기까지 자라지 못하였고, diflubenzuron과 teflubenzuron에 접촉시킨 경우에도 용화율이 14~16.5%에 불과하였다. 5일파리의 경우에도 1일 파리의 경우보다는 용화율이 높았으나, 무처리보다는 낮은 경향이였다. 이러한 결과는 Park *et al.* (1999)의 보고와 일치하며, 그 외에도 어미세대의 성충에 처리한 IGR계 살충제가 그 다음 세대 유충의 발육에 미치는 영향은 아메리카잎굴파리 (Parella *et al.*, 1983; Saito *et al.*, 1992), 집파리 (Howard and Wall, 1995a), face fly

Table 4. Effect (mean) on larval development of 4 BPUs solutions (300 ppm) contacted tarsally to 1-day- and 5-day-old housefly adults for 1 day

BPUs	Treatment to 1-day-old fly			Treatment to 5-day-old fly		
	No. larvae eclosed	No. pupae	% puaption	No. larvae eclosed	No. pupae	% puaption
Flufenoxuron	26	0	0.0	9	0	0.0
Triflumuron	10	0	0.0	31	14	45.2
Diflubenzuron	85	14	16.5	28	9	32.1
Teflubenzuron	50	7	14.0	74	41	55.4
Check	59	45	76.3	58	45	77.6

(Knapp and Herald, 1982, 1983), 털침파리 (Kunz *et al.*, 1977) 등에서 보고된 바 있다.

사 사

이 논문은 농촌진흥청의 대형공동연구 농업특정연구사업으로 수행된 연구내용의 일부이며, 연구비 지원에 감사드린다.

인용문헌

- Broce, A.B. and V.G. Gonazaga. 1987. Effects of substituted benzylphenols and triflumuron on the reproduction of the face fly (Diptera: Muscidae). *J. Econ. Entomol.* 80: 37~43.
- Chang, S.C. 1979. Laboratory evaluation of diflubenzuron, penfluron, and Bay Sir 8514 as female sterilants against the house fly. *J. Econ. Entomol.* 72: 479~481.
- Howard, J. and R. Wall. 1995a. The use of triflumuron on sugar-baited targets for autosterilization of the housefly, *Musca domestica*. *Entomol. Exp. Appl.* 77(2): 159~165.
- Howard, J. and R. Wall. 1995b. The effects of triflumuron, a chitin synthesis inhibitor, on the housefly, *Musca domestica* (Diptera: Muscidae). *Bull. Entomol. Res.* 85(1): 71~77.
- Knapp, F.W. and F. Herald. 1982. Congenitally induced mortality in face flies (Diptera: Muscidae) following adult exposure to diflubenzuron-treated surfaces. *J. Med. Entomol.* 19(2): 191~194.
- Knapp, F.W. and F. Herald. 1983. Mortality of eggs and larvae of the face fly (Diptera: Muscidae) after exposure of adults to surface treated with Bay Sir 8514 and penfluron. *J. Econ. Entomol.* 76: 1350~1352.
- Kunz, S.E., R.L. Harris, B.F. Hogan and J.E. Wright. 1977. Inhibition of development in a field population of horn flies treated with diflubenzuron. *J. Econ. Entomol.* 70(3): 298~300.
- Park, C.G. 1998. Effects of several insect growth regulators on the development of housefly, *Musca domestica* L. larvae. *Kor. J. Pest. Sci.* 2(3): 137~146.
- Park, C.G., S.Y. Choi, J.S. Kim, D.H. Kim and H.S. Lee. 1999. Fecundity and egg viability of house fly exposed to insect growth regulators. *Korean J. Vet. Res.* 39(3): 602~608.
- Parrella, M.P., G.D. Christie and K.L. Robb. 1983. Compatibility of insect growth regulators and *Chrysocharis parksi* (Hymenoptera: Eulophidae) for the control of *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae). *J. Econ. Entomol.* 76: 949~951.
- Pickens, L.G. and A.B. Demilo. 1977. Face fly: Inhibition of hatch by diflubenzuron and related analogues. *J. Econ. Entomol.* 70(5): 595~597.
- Rawlins, S.C. and L. Jurd. 1981. Influence of the mode of administration of benzylphenols and benzyl-1,3-benzodioxoles on screwworm fertility. *J. Econ. Entomol.* 74: 215~217.
- Rawlins, S.C., D.B. Woodard, J.R. Coppedge and L. Jurd. 1982. Management of an insecticide-resistant house fly (Diptera: Muscidae) population by the strategic use of a benzylphenol chemosterilant. *J. Econ. Entomol.* 75: 728~732.
- Saito, T., T. Oishi, F. Ikeda and T. Sawaki. 1992. Effect of insecticides on the serpentine leafminer, *Liriomyza trifolii* (Burgess) (Diptera: Agromyzidae). *Jpn. J. Appl. Entomol. Zool.* 36: 183~191.
- SAS Institute. 1998. SAS/STAT user's guide, version 6.12. SAS Institute, Cary, NC.
- Soltani-Mazouni, N. and N. Soltani. 1994. Diflubenzuron affected DNA synthesis in the ovaries of *Tenebrio molitor*. *Invertebrate Reproduction and Development* 25(1): 19~21.
- Soltani, N., N. Soltani-Mazouni, B. Quennedey and J. Delachambre. 1996. Protein synthesis in developing ovaries of mealworm under *in vivo* and *in vitro* conditions: Effects of diflubenzuron. *J. Stored Prod. Res.* 32(3): 205~212.
- Victor, C.G., G.B. Asuncion, M.P. Carmen, P.M. Jaime and D.Y. Eduardo. 1999. Insect growth regulators as chemosterilants for *Ceratitidis capitata* (Diptera: Tephritidae). *J. Econ. Entomol.* 92(2): 303~308.

(1999년 12월 16일 접수; 2000년 6월 7일 수리)