

호박과실파리 [*Bactrocera (paradacus) depressa* (Shiraki)]의 년중소장과 생물에 관한 연구

김 태 흥 · 김 지 수*

(전북대학교 농과대학 생물자원과학부, *전북대학교 생물다양성연구소)

Annual Occurrence and Bionomics of the Pumpkin Fruit Fly [*Bactrocera (paradacus) depressa* Shiraki]

Kim, Tae-Heung and Ji-Soo Kim*

(Division of Biological Resources Science, College of Agriculture

*Korea Institute for Biodiversity Research, Chonbuk National University)

ABSTRACT

The pumpkin fruit fly [*Bactrocera (paradacus) depressa* Shiraki] was first trapped on June 1st with ground and McPhail traps in Jinan and Iksan area, Chonbuk Province and was found to have single generation during the growing season in 2002. Not much difference existed in the number of *B. (paradacus) depressa* flies attracted to various colors but *Bactrocera (zugodacus) scutellatus* Hendl came to yellow and green more than to blue color. In a study of the effect of diets on the degree of attraction by the flies, it turned out that *B. (paradacus) depressa* came more to yeast hydrolysate (YH) and in June i.e, the early period of adult emergence of the year. However, more individuals of *B. (zugodacus) scutellatus* are attracted to the extract of young pumpkin fruits. More *B. (paradacus) depressa* was caught with McPhail traps while more *B. (zugodacus) scutellatus* was caught with sticky traps and accordingly, species specific traps are recommended when yearly population trends of fruit flies are studied.

Key words : Fruit flies, Generation, Color, Diet, Trap, Attraction

서 론

과실파리과(Tephritidae)는 파리목 중 종수나 발생량으로 보아 거대한 과의 하나이다. 다수 식물의 종자기관에서 유충이 발견되고 약 35%가 경제성이 큰 과실을 가해한다. 특히 대부분의 과실파리가 동남아시아, 남아메리카 등 열대와 아열대지방에서 다양한 과일에 피해를 주고 있다(White와 Elson-Harris 1992). 그 예로 가까운 일본에서는 Ryukyu 섬에서 Oriental fruit fly (*Bactrocera dorsalis*)를 구제하는데 50억엔(3천 3백만 달러)이 소요되었고 연인원 20만명이 동원되었다고 한다(Cunningham 1989). 이처럼 과실파리는 방제가 소홀한 경우 막대한 경제적 손실을 가져오며 방제에도 많은 인력과 노력을 필요로 하게 된다. 따라서 세계의 많은 국가들이 과실파리의 유입을 원천봉쇄하고 유입경로를 차단하기 위해 노력하고 있다.

우리 나라는 온대지역에 속해 있고, 아직까지 침입 과실파리가 없는 것으로 알려져 있으며 문제가 되는 과실파리

의 유입경로를 철저히 차단하고 있다. 하지만 WTO에 의한 통상압력이 갈수록 높아지고 있기에 유입의 가능성은 항상 존재한다. 이와 같은 견지에서 최근 국내 박과류에 피해를 주고있는 *B. (paradacus) depressa*를 포함한 과실파리류 전반에 관한 연구가 보다 지속적으로 이루어 질 수 있는 토대가 마련되어야 할 것이다.

현재 국내에 기록되어 있는 과실파리과는 3아과 11속 45속 85종이다(Han과 Kwon 2000). 이 중 생태가 명확히 밝혀져 있는 종은 흔하지 않으며 특히 박과작물에 피해를 주고있는 국내 과실파리로 *B. (paradacus) depressa*와 *B. (zugodacus) scutellatus* Hendl의 발생, 생태 역시 확실하지 않다.

*B. (paradacus) depressa*의 경우 박과작물의 과실에 많은 피해를 입히는 종으로 일본에서 처음으로 보고되었으며 Takamatsu (1952)가 생태의 단면을 조사한 바 있다. 이후 대량 실내사육이 이루어지지 않아 보다 정확한 생태자료가 나오지 않고 있다.

호박 등 박과작물의 경제적 가치가 낮은 이유, 동시에 전문가의 부족 등으로 우리 나라의 연구도 미미한 형편이다. 1974년 이후 80년대까지는 채집이나 분류에 대한 연구가 주류였다. Han 등(1994)은 분포지역과 지역별 특성에 관한 조사를 실시하였고, Kim 등(1999)에 의해 전라북도의 분포상에 대한 연구가 이루어졌다. Mun 등(2000)은 4종의 과실파리 유전자를 이용하여 과실파리 진단방법을 제시하였다.

최근 *B. (paradacus) depressa*에 의한 피해는 전국적으로 광범위하게 나타나고 있다. 반면, 생체에 근거한 방제기술이 확립되어 있지 않아 수박, 호박, 밤호박 등 박과류의 피해가 증가하고 있으며 이들 작물의 수출에도 막대한 지장을 주고 있다. 이런 관점에서 본 논문은 *B. (paradacus) depressa*의 생태조사 특히 트랩을 이용한 유인 효과조사로 연중소장을 밝히고 생물조사를 병행하여 방제의 기초자료를 마련하고자 한다.

재료 및 방법

최초 성충 출현기 및 연중소장 조사

연중 생육기간 중 최초 출현기 조사는 포장에서 실시하였다. 지표트랩은 보일러용 파이프를 ø60 cm가 되도록 만들고 5 mm 강철을 이용, 높이 45 cm의 지붕을 만든 다음이 뼈대 위에 모기장을 엮었다. 2000년에 완주군 소양, 2001년에 진안군 연장리에서 예비조사를 실시하였고, 2002년에는 진안 연장, 진안 중평, 익산 여산지역의 피해호박 흔적 위에 3월 16일 설치하였다. 이중 진안 중평의 경우 다른 지역과 달리 나무가 우거진 숲에 트랩을 설치하였다. 또한 PET병을 이용하여 McPhail트랩(유인 구멍이 밑면에

만 있는 것)을 제작하고 2002년 *B. (paradacus) depressa* 피해지역인 진안 연장, 진안 중평, 익산 여산 지역의 감나무 2-2.5 m 높이에 5월 11일 설치하였다. 미끼로는 yeast hydrolysate (YH; ICN Biomedicals USA)를 사용하였다. 조사는 매주 실시하였고, 유인물질은 2주마다 교환해 주었다. 피해과가 발생하기 시작하는 8월 초순에는 피해과 위에 지표트랩을 설치하였다.

색, 먹이 및 트랩종류에 따른 과실파리의 유인효과

트랩종류별 과실파리의 유인효과는 최초 우화기 조사에 제작, 이용한 McPhail트랩을 사용하였고 YH를 유인물로 하였다. 끈끈이트랩은 문구용 색지를 노랑, 형광녹색, 밝은 청색(한국색채 10, 43, 33 Micro Ltd.)을 길이 18 cm, 너비 10 cm로 자르고 양 표면에 색이 나오도록 한 후 코팅하였다. 표면에 끈끈이(Tanglefoot USA.)를 도포한 후 호박 재배지의 감나무 2-2.5 m 높이에 2002년 6월 27일 설치하였다. 끈끈이트랩 역시 매주 조사하였고 끈끈이는 격주로 교환하였다.

먹이종류별 과실파리의 유인효과는 미끼로 YH와 애호박을 믹서기에 갈아 만든 즙액을 2주 단위로 공급하였다. 조사결과는 매주 조사결과의 합을 평균과 표준편차로 제시하였다.

통계처리

통계는 T-test와 Duncan test (SAS, V. 6.12)를 실시하였다.

결 과

B. (paradacus) depressa 성충의 최초 출현기 조사

Table 1에서 보는 바와 같이 *B. (paradacus) depressa*의

Table 1. First emergence dates of the year of *B. (paradacus) depressa* surveyed with ground traps

Year	2000		2001					
	Wanju		Iksan		Jinan		Jinan	
	Soyang	Yeonjang	Yeosan 1	Yeosan 2	Yeonjang 1	Yeonjang 2	Jungpyeong 1	Jungpyeong 2
6/1			♀1				♀1 ♂1	
6/8	♀3 ♂3			♀2	♀4 ♂5			
6/10		♀1 ♂3						
6/14								♂1
6/22							♀1	

Table 2. Dates of *B. (paradacus) depressa* first attracted to McPhail traps

Year	2001		2002				
	Jinan		Jinan		Iksan		
	Jungpyeong	Jungpyeong 1	Jungpyeong 2	Yeosan 1	Yeosan 2	Yeosan 3	
6/1				♀1			
6/8	♀1				♂1		
6/14		♀1 ♂2	♀1			♀1	

Bionomics of (*Bactrocera (paradacus) depressa* Shiraki)

최초 출현개체는 익산 여산 1과 진안 연장 2의 지포트랩에서 6월 1일 포획되었다. 그리고 설치한 지포트랩의 75%가 6월 상순에 처음 우화하는 것을 볼 수 있었다. 하지만 진안 중평 1과 2의 경우 타 장소에 비해 최초 우화기가 늦은 것을 볼 수 있는데 이는 토양의 물리적 특성, 지중온도의 차이 등으로 번데기의 발육속도가 지연된 것으로 본다.

같은 목적으로 McPhail트랩을 이용, 최초 포획일을 조사한 결과 익산 여산 1에서 6월 1일 최초로 포획되었고, 이후 점차 다른 지역의 트랩에서도 포획이 되었다(Table 2).

발생소장 조사

Fig. 1에서와 같이 5월 말에서 6월초 처음으로 출현한 이후 6월 말 가장 높은 밀도를 보였으며 이후 7월부터 밀도가 급격히 낮아지는 것으로 나타났다. YH 미끼가 발생소장의 결과를 미칠 가능성을 배제할 수는 없으나, 지포트랩의 설치결과 10월 10일까지 우화개체는 발견되지 않았다. 따라서 본 *B. (paradacus) depressa*의 년중발생은 1회라 판단되며 Takamasu (1952), Kim (1999)의 연 1회 발생한다는 결과와 같다.

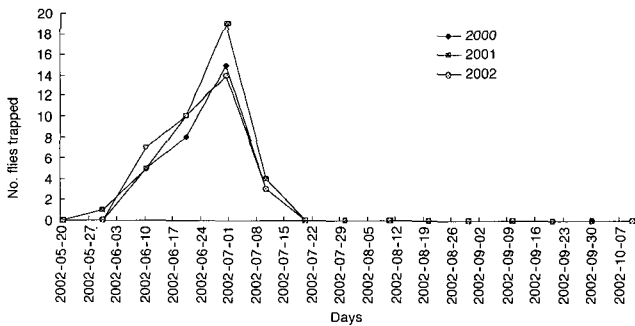


Fig. 1. Annual occurrence of *B. (paradacus) depressa* over 3 yrs.

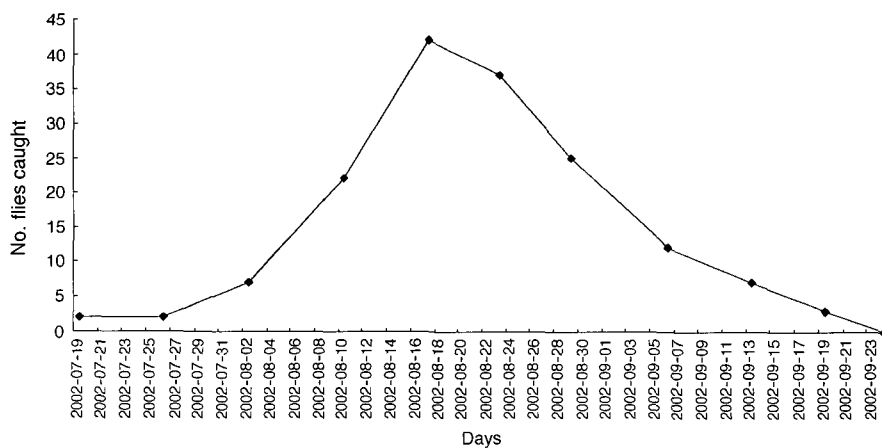


Fig. 2. *B. (zugodacus) scutellatus* caught with green sticky trap.

색의 유인효과 조사

끈끈이트랩을 이용하여 색에 대한 유인효과를 알아 본 결과 *B. (paradacus) depressa*의 경우 큰 차이는 없으나 비교적 청색에 비해 황색에 잘 유인되는 것으로 나타났다 (Table 3). 이에 비해 *B. (zugodacus) scutellatus*의 경우 황색과 녹색의 끈끈이트랩에 많은 개체들이 모여들었고 청색에는 적게 유인되어 색에 대한 유인효과에 차이가 있다. 또 Fig. 2에서 보듯 *B. (zugodacus) scutellatus*는 7월과 9월에 비해 8월에 대부분의 개체가 유인된 것을 볼 수 있다.

McPhail트랩을 이용한 먹이별 유인효과

*B. (paradacus) depressa*는 호박즙보다 YH에 더 많이 유인되었고 두 먹이간 유인효과에 차이가 있다 (Table 4). *B. (zugodacus) scutellatus*의 경우는 *B. (paradacus) depressa*와 다른 경향을 보이고 있는데 이는 *B. (zugodacus) scutellatus*가 호박즙을 산란장소로 인식하여 모여들었다가 포획된

Table 3. Attraction of two fruit flies to various colors

<i>B. (paradacus) depressa</i>			<i>B. (zugodacus) scutellatus</i>		
Yellow	Green	Blue	Yellow	Green	Blue
1.0 ±0.40 a**	0.4 ±0.48 ab	0 b	24.0 ±3.20 a**	27.4 ±6.16 a	7.8 ±1.84 b

* Mean ± SD; avg. of 5

** Significantly different at P < 0.05

Table 4. Attraction of fruit flies to two different diets

<i>B. (paradacus) depressa</i>		<i>B. (zugodacus) scutellatus</i>	
YH*	Extract**	YH	Extract
4.0 ± 3.49***	0.3 ± 0.48	0.3 ± 0.48	7.6 ± 5.35

*YH: yeast hydrolysate

**Extract made from young pumpkin fruits

***Mean ± SD; avg. of 5

Table 5. Attraction of fruit flies to two different traps

<i>B. (paradacus) depressa</i>		<i>B. (zugodacus) scutellatus</i>	
McPhail	Sticky	McPhail	Sticky
3.2 ± 3.05*	0.7 ± 0.96	0.7 ± 0.82	26.4 ± 22.54

*Mean ± SD; avg. of 5

것으로 생각한다.

과실파리의 트랩별 유인효과

과실파리의 트랩별 유인효과를 보면 *B. (paradacus) depressa*는 McPhail트랩에 잘 포획되고 두 트랩간 유인효과에 차이가 있다. *B. (zugodacus) scutellatus*의 경우 두 가지 트랩에 모두 포획되지만 끈끈이트랩이 McPhail트랩에 비해 보다 많이 포획되었다 (Table 5). *B. (zugodacus) scutellatus*에서도 두 트랩간 유인효과에 차이를 보이고 있으나 호박과실파리와는 반대의 경향을 보였다.

고 찰

조사결과 최초 우화기는 전북 진안과 익산에서 6월 1일로 밝혀졌는데 군산식물검역소의 조사에 의하면 6월 7일 *B. (paradacus) depressa*가 McPhail트랩에 처음 포획되었다고 한다 (personal communication). 진안지역의 기상과 유사한 인근 임실 지역의 기상청 기상월보를 이용하여 변태기 발육적산온도를 계산해 보면 2001년의 경우 6월 7일 288.3 DD이고, 2002년에는 6월 3일에 291.6 DD이 된다. 이것은 군산식물검역소가 제시하는 발육영점온도 10.03°C에서 변태기 발육 적산온도 283.8 ± 6.8 DD와 비교해 보았을 때 우화시기가 유사함을 알 수 있는데 지중온도에 대한 자료를 축적한다면 보다 정확한 적산온도를 구할 수 있고 출현기 또한 예측이 가능할 것으로 생각한다. 이에 비해 일본 Nakano현에서 7월 15일경에 우화 한다는 Takamatsu (1952)의 결과와 차이를 보이나 지역적인 차이가 고려되어야 할 것이다. 본 실험의 결과 전북지방 *B. (paradacus) depressa*의 최초 출현기는 6월 초순, 연중 1세대를 거치며 최성기는 6월 말이었다.

*B. (paradacus) depressa*는 색에 대한 반응에 차이가 크지 않으나 황색에 대한 유인효과가 일부 있는 것으로 보인다. *B. (zugodacus) scutellatus*는 황색과 녹색에 청색보다 많은 개체가 포획되어 어두운 색 계열보다 밝은 색 계열에 더 유인되었다. Pereira와 Carvalho (1996)는 Mediterranean fruit fly (*Ceratitis capitata*)에서 황색, 흰색, 검정, 투명한 색을 이용시 모든 색에 유사한 유인효과가 있음을 확인했다. 미끼를 넣지 않은 트랩의 경우 *C. capitata*는 형광색에서 무형광색보다 더 많이 유인되었다 (Prokopy와 Economopoulos

1976). 또한 트랩에 미끼를 넣지 않고 색지만 이용했을 경우 노란색에 가장 많이 유인되었고 다음으로 녹색, 오렌지 색 순이며, 빨간색에서는 전혀 잡히지 않았다 (Cytrynowicz 등 1982).

Katherine 등 (1996)은 walnut husk flies (*Rhagoletis completa*)에서 성충을 암모늄으로 유인시 단백질먹이와 설탕을 계속 공급한 개체보다 24시간 동안 단백질을 공급하지 않은 개체가 더 많이 유인되었고, 우화 초기의 성충이 난발육이 완성된 성충보다 많이 유인되는 것을 볼 수 있었다. Robacker (1991)는 *Anastrepha ludens*의 단백질 및 fruit-derived lure (CEH)에 대한 유인효과에서 우화 후 4-7일된 성충에 설탕을 공급한 것, 우화 10일된 성충에게 설탕을 공급하고 1일 동안 굶긴 것이 잘 유인되었으나 우화 후 2-3일된 성충은 CEH에 더 많은 개체가 유인되는 것으로 나타났다. 또한 우화 4-7일된 개체에 설탕과 효모를 모두 공급했을 때 이들 물질에 유인력이 낮게 나타나는 것을 볼 수 있었다. 효모와 CEH, 설탕을 조합한 유인 효과에서는 효모의 역할이 중요한 것으로 나타났다. 이들 결과를 통해 보았을 때 우화 후 4일 이상 된 개체에서는 단백질 인자에 유인력이 크게 작용하는 것을 알 수 있다. *B. (paradacus) depressa*의 경우 우화 초기인 6월에 YH에 많이 유인되는 것은 난을 성숙시키기 위해 단백질을 필요로 하기 때문으로 보인다. 이에 비해 *B. (zugodacus) scutellatus*는 8월 호박즙액에 많은 개체가 유인되었는데 이는 즙액을 먹이로서 인식하기 보다 산란장소로 인식하였기 때문으로 생각된다.

Vargas 등 (1997)의 트랩별 선호성 조사에서 *C. capitata*는 Jackson 트랩 (유인 구멍이 양옆으로 만들어져 있는 트랩)에서 커피주스와 *C. capitata* 성페로몬에 유인이 되었으나 *B. dorsalis*는 거의 유인되지 않았다. 이에 비해 McPhail 트랩에서 *C. capitata*와 *B. dorsalis* 모두 커피주스와 Nulure, 그리고 물과 설탕을 섞어 넣은 곳에 모두 유인되었다. 따라서 *B. dorsalis*를 모니터링 하기 위해서는 McPhail트랩을 이용하는 것이 효과적이다. 이처럼 과실파리의 종류에 따라서 유인효과가 다르게 나타날 수 있으며 *B. (paradacus) depressa*에서는 McPhail트랩이 색을 이용한 끈끈이트랩보다 유인효과가 좋은 것으로 생각된다. 이에 반해 *B. (zugodacus) scutellatus*는 색을 이용한 끈끈이트랩에 더 잘 유인된다. *B. (paradacus) depressa*와 *B. (zugodacus) scutellatus*가 7월 이후 YH에 잘 유인되지 않는 이유는 성적으로 성숙했을 경우 이미 단백질성 물질이 많이 필요하지 않은 점도 있지만 포장에서 단백질을 충분히 섭취할 수 있기 때문이다. 따라서 *B. (paradacus) depressa*와 *B. (zugodacus) scutellatus*의 유인시 *B. (paradacus) depressa*는 현재로서는 우화초기 유인이 효과적이며 후기에는 별도의 유인제를 개발해야 할 것으로 생각한다. 이에 비해 *B. (zugodacus) scutellatus*는 색에 대한 유인력이 특히 강한 것으로 보이므로 향후 *B. (zugodacus) scutellatus*의 발생소장을 밝히기

Bionomics of (*Bactrocera (paradacus) depressa* Shiraki)

위해서는 색을 이용한 유인이 보다 효과적일 것으로 생각된다.

적 요

본 실험은 *B. (paradacus) depressa*의 최초 우화시기를 알아보기 위해 지표트랩과 McPhail트랩을 사용하여 조사하였고 *B. (paradacus) depressa*와 *B. (zugodacus) scutellatus*의 색, 먹이, 트랩에 대한 유인 효과를 조사하였다. 그 결과 전북 진안, 익산지역에서의 최초 우화시기는 6월 초, 년중 발생은 1회로 최성기는 6월 말인 것으로 들어났다. *B. (paradacus) depressa*의 경우 색에 대한 유인반응에 차이가 크지 않지만 특히 청색은 유인효과가 없었다. *B. (zugodacus) scutellatus*는 황색과 녹색 모두에 유인이 잘 되었다. 먹이별 트랩 유인효과는 *B. (paradacus) depressa*의 경우 우화초기인 6월 YH에 많이 유인되었다. *B. (zugodacus) scutellatus*의 경우 호박즙에 더 많은 개체가 유인되었다. 트랩별 유인효과에서는 *B. (paradacus) depressa*는 McPhail 트랩, *B. (zugodacus) scutellatus*는 끈끈이트랩에 더 잘 유인되었다. *B. (paradacus) depressa*는 출현 초기 YH가 유인효과가 높고, *B. (zugodacus) scutellatus*는 호박즙액과 끈끈이트랩에 유인효과가 있으나 끈끈이트랩이 보다 효율적이었다.

사 사

본 실험에 배려를 아끼지 않은 호남농업시험장 김두호, 진안 숙근약초시험장 박춘봉 두 실장께 감사드린다. 본 논문은 2001년도 전북대학교 지원 연구비에 의해 수행한 연구결과이다.

인 용 문 헌

Cunningham, R.T. 1989. Control, insecticides, male annihilation of the Oriental fruit fly, *Dacus dorsalis* Hendal (Diptera: Tephritidae): A

- new thickener and extender for methyl eugenol formulation. *J. Economic Entomology* **78**: 503-504.
- Cytrynowicz, M., J.S. Morgante and H.B.L. de Souza. 1982. Visual responses of South American fruit flies, *Anastrepha fraterculus*, and Mediterranean fruit flies, *Ceratitis capitata*, to colored rectangles and spheres. *Environ. Entomol.* **11**: 1202-1210.
- Han, H.Y. and Y.J. Kwon. 2000. Economic insects of Korea 3 (Diptera: Tephritidae). *Insecta Koreana Sup.* **10**: 113.
- Han, M.J., S.H. Lee, S.B. Ahn, J.Y. Choi and K.M. Choi. 1994. Distribution, damage and host plants of pumpkin fruit fly, *Paradacus depressus* (Shiraki). *RDA. J. Agri. Sci.* 346-350.
- Katherine, M.R., B.O. Susan, M. Melissa and D. Karen. 1996. Mark-recapture studies of walnut husk flies attracted to food-based lures. pp. 141-146 in: Bruce, A.Mc. and J.S. Gary (eds.), fruit fly pests: A world assessment of their biology and management. St. Lucie.
- Kim, C.W. and J.J. Kim. 1974. Insect fauna of national park, Mt. Naejangan in summer season. *Rep. Kor. Ass. Cons. Nat.* **8**: 85-126.
- Kim, T.H., J.S. Kim and J.H. Mun. 1999. Distribution and bionomics of *Bactrocera paradacus depressa* (Shiraki) in Chonbuk Province. *Korean J. Soil Zoology* **4**(1): 26-32.
- Korea Meteorological Administration. 2001. Monthly weather report (March-Jun). Dongjin press. pp. 52.
- Korea Meteorological Administration. 2002. Monthly weather report (March-Jun). Dongjin press. pp. 52.
- Mun, J.H., J.S. Kim, Y.H. Song, T.H. Kim and G.K. Roderic. 2000. Molecular genetic diagnosis of four fruit fly species (Tephritidae). *J. Asia-Pacific Entomol.* **3**(2): 89-94.
- Pereira, R. and J.P. Carvalho. 1996. Trap utilization by Mediterranean fruit fly population in citrus groves in Portugal. pp. 135-140 in: Bruce, A.Mc. and J.S. Gary (eds.), Fruit fly pests: A world assessment of their biology and management. St. Lucie.
- Prokopy, R.J. and A.P. Economopoulos. 1976. Color responses of *Ceratitis capitata* flies. *Z. Angew. Entomol.* **80**: 434-437.
- Robacker, D.C. 1991. Specific hunger in *Anastrepha ludens* (Diptera: Tephritidae): Effects on attractiveness of proteinaceous and fruit-derived lures. *Environ. Entomol.* **20**(6): 1680-1686.
- Takamatsu, Y. 1952. On ecology of pumpkin fruit fly. *Applied Insect* **8**(1): 14-18.
- Vargas, R.I., R.J. Prokopy, J.J. Duran, C. Albrecht and Q.X. Li. 1997. Captures of wild Mediterranean and Oriental fruit flies (Diptera: Tephritidae) in Jackson and McPhail traps baited with coffee juice. *J. Econ. Entomol.* **90**(1): 165-169.
- White, I.M. and M.M. Elson-Harris. 1992. Fruit flies of economic significance: Their identification and bionomics. ed., 252 pp. CAB International, UK.