

저온저장이 미끌애꽃노린재(*Orius laevigatus*)와 칠레이리응애(*Phytoseiulus persimilis*)의 생물학적 특성에 미치는 영향

김정환* · 김황용 · 한만종 · 최만영 · 황석조 · 이미숙

농촌진흥청 국립농업과학원 곤충산업과

Cold Storage Effect on the Biological Characteristics of *Orius laevigatus* (Fieber) (Hemiptera: Anthocoridae) and *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot (Acari: Phytoseiidae)

Jeong-Hwan Kim*, Hwang-Yong Kim, Man-Jong Han, Man-Young Choi, Seok-Jo Hwang and Mi-Sook Lee

Applied Entomology Division, National Academy of Agricultural Science, RDA, Suwon 441-707, Korea

ABSTRACT : We have investigated some biological characteristics, such as survival rate and fecundity, of *Orius laevigatus* and *Phytoseiulus persimilis*, which have been stored at 6, 8, 10, 12±1°C, RH 70±10%, in dark condition. Overall, an appropriate temperature for cold storage was 10°C for *O. laevigatus* and 8°C for *P. persimilis*. 70% of adult *O. laevigatus* could survive for 36 days at 10°C. The *O. laevigatus* stored at 10°C for 10~50 days laid 37.1~120.5 eggs. Since fresh (no storage) *O. laevigatus* laid 224.5 eggs, comparative fecundity of stored adults was 16.5~53.7% of normal fecundity. *P. persimilis* stored at 8°C for 7~42 days with (food eggs of *Tetranychus urticae*) laid 11.9~18.9 eggs. Since fresh *P. persimilis* laid 26.4 eggs, comparative fecundity of stored adults was 45.1~71.6% of normal fecundity.

KEY WORDS : Natural enemies, *Orius laevigatus*, *Phytoseiulus persimilis*, Cold storage

초 록 : 미끌애꽃노린재와 칠레이리응애를 온도 6, 8, 10, 12±1°C, 습도 70±10%, 광주기 24시간 암 조건에 저장하여 생존율, 산란수 등을 조사하였다. 미끌애꽃노린재 성충의 70% 생존율이 가장 높은 온도는 줄알락명나방 알을 제공한 10°C로 저장기간은 36일이었다. 저장기간별 산란수는 10°C에 10~50일까지 저장한 결과, 37.1~120.5개로 무저장 산란수 224.5개 대비 산란율은 16.5~53.7%로 감소하였다. 칠레이리응애 성충의 생존율이 가장 높은 온도는 8°C이다. 저장기간별 산란수는 8°C에 점박이응애 알을 먹이로 제공하여 7~42일 저장한 결과, 산란수는 11.9~18.9개로 무저장 산란수 26.4개 대비 산란율은 45.1~71.6%로 감소하였다.

검색어 : 천적, 미끌애꽃노린재, 칠레이리응애, 저온저장

미끌애꽃노린재(*Orius laevigatus* Feiber)는 노린재목 (Hemiptera), 꽃노린재과(Anthocoridae)에 속하며 주로

유럽에서 서식하며 (Tommasini, 2004), 총채벌레, 어린 진딧물, 잎응애, 나방의 알 등을 포식하는 광식성 천적

*Corresponding author. E-mail: kim9@korea.kr

이다. 그동안 국내 선발한 토착종인 으름애꽃노린재 (*Orius strigicollis* Poppius)는 단일조건에서 휴면하는 (Kim *et al.*, 1998; Cho *et al.*, 2005) 문제로 파프리카를 비롯한 겨울재배 시기에 이용이 어려웠다. 따라서 단일조건에서도 휴면하지 않는 미끌애꽃노린재 (Tommasini and van Lenteren, 2003; Kim *et al.*, 2008a)를 네덜란드에서 2005년 도입하여 총채벌레 대표 천적으로 이용하고 있다(Kim *et al.*, 2006).

칠레이리웅애(*Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot)는 응애목(Acarina) 이리웅애과(Phytoseiidae)에 속한다. 잎을 주로 먹는 응애류의 천적으로 2003년 네덜란드에서 도입하여 딸기, 파프리카 등을 가해하는 점박이응애와 차응애의 생물적 방제에 이용되고 있다(Kim and Park, 2006; Kim *et al.*, 2008b).

이들 천적들은 천적생산 회사가 상품화하여 농가에 판매하고 있으나, 작물재배 포장에 사용 후 종종 해충이 방제되지 못하고 실패하는 사례가 발생한다. 이러한 천적의 효과부진 원인으로 여러 가지가 있으나, 그 가운데 천적의 품질이 낮은 것도 한 원인이 된다. 천적의 품질이 저하되는 것은 사육기술의 미흡, 근친교배에 의한 누대사육, 생산천적의 장기 저온저장 등이 있다. 특히 천적의 저온저장은 공산품과 달리 생물이기 때문에 일정기간이 지나면 죽거나 활력이 떨어진다. 따라서 고품질의 천적을 공급하기 위해서는 저온 환경에서 최적의 저장 온도와 저장기간 등을 구명해야 한다 (Gillespie and Ramey, 1988; Morewood, 1992; Rudolf, 1993; De Clercq and Degheele, 1993). 특히 IOBC(International Organization for Biological Control)에서는 상품화된 천적에 대하여 품질에 관한 기준을 만들어 제시하고 있으며, 각국의 천적생산 회사들이 IOBC 품질관리 가이드라인을 이용하고 있다.

본 보고에서는 미끌애꽃노린재와 칠레이리웅애의 적정저장 온도, 저장기간, 저장 후의 생식 및 포식능력을 조사하여 천적 품질을 관리하는데 활용코자 수행하였다.

재료 및 방법

미끌애꽃노린재(*Orius laevigatus*)의 저온저장

적정 저장온도 구명

실험재료인 미끌애꽃노린재는 2006년 (주)세실에서 구입하여 온도 25°C, 광주기 16L:8D로 조절된 향온기

에서 줄알락명나방 알(*Cadra cautella* Walker, Almond moth)을 먹이로 제공하면서 실내 누대 사육한 개체를 이용하였다. 저온저장에 사용한 용기는 습도조절을 위해 작은 용기와 큰 용기 2가지를 사용하였다. 작은 용기는 $\varnothing 2.5$ cm \times 높이 7 cm의 투명 플라스틱 용기에 뚜껑에는 직경 0.5 cm의 구멍을 뚫고, 미세한 망사를 붙여 충은 이탈하지 않고 공기는 유통되도록 하였다. 큰 용기는 가로 11 cm \times 세로 17.5 cm \times 높이 7 cm되는 플라스틱 용기에 뚜껑에는 직경 3 cm의 구멍을 뚫어 공기유통을 원활히 하였다.

저장방법은 미끌애꽃노린재가 성충이 된 후 약 5일이 경과한 것을 사용하였다. 저장용 큰 용기(가로 11 cm \times 세로 17.5 cm \times 높이 7 cm)는 습도유지를 위해 바닥에 키친타월을 4겹으로 깔고 축축할 정도로 물을 분무한 후, 작은 용기($\varnothing 2.5$ cm \times 높이 7 cm)에 미끌애꽃노린재 성충 5마리씩 넣어 뚜껑을 닫고, 큰 용기에 작은 용기 15~25개씩 넣어 뚜껑을 덮었다. 저온 저장할 때 급격한 온도차에 의한 충격을 완화하기 위하여 저장하기 전 2시간 간격으로 사육온도 25°C부터 5°C씩 낮춰서 저장온도에 근접하면 향온기에 처리하였다. 먹이조건은 줄알락명나방 알 제공, 꿀물 10%용액 제공, 먹이 무 제공으로 구분하여 저장하였다. 저장 온도조건은 6 ± 1 , 8 ± 1 , 10 ± 1 , 12 ± 1 °C, 습도는 $70 \pm 10\%$, 광주기는 24시간 암조건으로 조절하였다. 저장 후 3~4일 간격으로 꺼내어 생존한 개체수와 죽은 개체수를 조사하고, 다음 조사 시에 혼동을 피하기 위하여 죽은 개체는 제거하였다.

저장 기간별 생식능력

실험용기는 저온저장 용기와 산란수 조사용기로 나누어 사용하였다. 저온저장 용기는 $\varnothing 14$ cm \times 높이 20 cm의 투명 아크릴 케이스에 별도 제작한 솔을 넣어 미끌애꽃노린재가 은신할 수 있도록 하였다. 산란수 조사에 사용한 시험용기는 $\varnothing 9$ cm \times 높이 3 cm의 플라스틱 용기에 뚜껑에는 직경 2 cm의 구멍을 뚫고, 미세한 망사를 붙여 충의 탈출은 막고 통풍은 가능토록 하였다. 저온저장 용기에는 미끌애꽃노린재 성충으로부터 산란 받은 알 약 1,000개를 넣어 부화와 약충기간 동안 온도 25°C, 습도 $70 \pm 10\%$, 광주기 16L:8D의 향온기에서 발육시켰다. 저온저장 용기에서 성충으로 우화 후 5일째에 적정 저장온도 구멍에서와 같은 방법으로 단계별로 온도를 낮춰 적응시킨 후, 저장온도 10°C, 습도 $70 \pm 10\%$, 24시간 암조건으로 조절된 향온기에 저장 처리하였다. 저온저장 용기에서 10일 간격으로 으름애꽃노린재 성

충을 꺼내어 산란수 조사용기에 암컷 1마리와 수컷 2마리, 산란 식물로 칼랑코에(*Kalanchoe blossfeldiana*) 잎을 동시에 넣고, 온도 25°C, 광주기 16L:8D, 습도 70±10% 항온기에 처리하였다. 처리한 용기는 2일 간격으로 꺼내어 충의 생존여부와 칼랑코에 잎을 교체하고, 꺼낸 잎에 산란된 알을 현미경으로 조사하였다.

저장 기간별 기주 포식력

시험충의 저장방법은 저장기간별 산란수 조사와 동일한 저장용기와 저장방법으로 실시하였다. 포식력 조사는 위의 산란수 조사에 사용한 동일한 용기 내에 0.2%의 한천용액을 약 0.5 cm 높이로 붓고 그 위에 Ø5 cm로 자른 강낭콩 잎의 뒷면이 위로 향하도록 올려놓았다. 포식대상 해충인 꽃노랑총채벌레 2령 약충을 실험내의 강낭콩 잎 위에 용기당 30마리씩 넣고 저온 저장한 미끌애꽃노린재 성충을 7일 간격으로 꺼내 암컷 1마리씩 접종하였다. 미끌애꽃노린재를 접종한 용기는 25°C의 항온기에 넣고, 처리 1일 후 미끌애꽃노린재에 포식된 꽃노랑총채벌레 수를 현미경으로 조사하였다.

칠레이리응애(*Phytoseiulus persimilis*)의 저온저장

적정 저장온도 구명

실험재료인 칠레이리응애는 2007년 (주)세실에서 구입하여 온도 25°C, 광주기 16L:8D로 조절된 사육실에서 강낭콩을 기주로 사육한 점박이응애를 먹이로 제공하면서 실내 누대 사육한 개체를 이용하였다. 칠레이리응애의 저온저장 환경조건은 온도 6±1, 8±1, 10±1, 12±1°C, 습도 70±10%, 광주기 24시간 암조건으로 조절하였다.

칠레이리응애 저장방법은 성충으로 저장하였으며, 먹이를 제공하지 않은 처리구와 점박이응애 알을 먹이로 제공한 처리구로 구분하였다. 먹이를 제공하지 않은 처리는 칠레이리응애 성충을 1마리씩 직경 1cm x 높이 4cm의 마이크로 튜브에 넣고, 먹이를 제공한 처리는 칠레이리응애 성충과 강낭콩 잎에 산란된 점박이응애 알이 있는 부분의 잎(가로 0.5cm x 세로 1.5cm)을 잘라 먹이 무 제공과 동일한 마이크로 튜브에 같이 넣었다. 저온 저장할 때 급격한 온도차에 의한 충격을 완화하기 위하여 저장하기 전 2시간 간격으로 사육온도 25°C부터 5°C씩 낮춰서 저장온도에 근접하면 항온기에 처리하였다. 처리구별로 총 100마리를 각각의 온도조건에 처리한 후 3~4일 간격으로 꺼내어 충의 생존여부를 현

미경으로 조사하였다. 점박이응애 알을 먹이로 제공한 처리구는 3~4일 간격으로 먹이를 교체해 주었다.

저장 기간별 생식능력

실험용기는 저온저장 용기와 산란수 조사용기로 나누어 사용하였다. 저온저장 용기는 가로 11 cm × 세로 17.5 cm × 높이 7 cm되는 반투명 플라스틱으로 뚜껑에는 직경 3 cm의 구멍을 뚫고 미세한 망사를 붙여 공기 유통은 원활하고 충의 이탈은 막았다. 산란수 조사 용기는 직경 5.5 cm × 높이 1.5 cm의 투명 플라스틱 용기에 0.2%로 희석한 한천용액을 0.3 cm정도 높이로 붓고, 그 위에 강낭콩 잎을 직경 3 cm로 잘라 잎의 뒷면이 위로 향하도록 올려놓았다. 용기의 뚜껑은 직경 1.5 cm로 뚫고 미세한 망사를 붙여 충의 이탈을 막고 공기의 유통을 좋게 하였다.

저장방법은 저온저장 용기의 바닥에 키친타월을 깔고, 25°C의 사육실에서 강낭콩 잎에 증식된 칠레이리응애 성충과 점박이응애가 있는 강낭콩 잎을 잘라 용기 내에 넣고 뚜껑을 닫아 온도 8±1°C, 습도 70±10%, 광주기 24시간 암조건으로 항온기에 처리하였다. 1주일 간격으로 저온저장 용기에서 칠레이리응애 성충을 꺼내어 암수 1쌍씩과 먹이인 점박이응애 알 50개를 함께 산란수 조사용기에 넣어 뚜껑을 닫고, 온도 25±1°C, 습도 70±10%, 광주기 16(L):8(D)의 항온기에 처리하였다. 매일 동일한 시간에 꺼내어 칠레이리응애 산란수를 현미경으로 조사하고 다음 조사 시 혼동을 피하기 위하여 기존 알은 제거하였다. 조사 후 먹이인 점박이응애 알은 충분히 제공하였다.

저장 기간별 기주 포식력

실험에 사용한 충의 획득은 저장기간별 생식능력 조사에서 사용한 동일한 저장용기와 저장온도, 저장방법으로 실시하였다. 포식력 조사는 위의 산란수 조사에 사용한 동일한 용기의 처리에다 점박이응애 알을 용기당 50개씩 올려놓고, 8°C에 저장한 칠레이리응애 암컷을 1주일 간격으로 꺼내어 용기 당 1마리씩 총 40~50마리를 접종하여 온도 25±1°C, 습도 70±10%, 광주기 16(L):8(D)의 항온기에 처리하였다. 처리 1일 후 꺼내어 점박이응애 알의 포식된 수를 현미경으로 조사하였다.

통계분석

미끌애꽃노린재와 칠레이리응애의 저온 저장 후 수명, 산란기간, 산란수에 대한 성적의 분석은 SAS V.

9.1 Utilities(Enterprise guide 3.0) 통계프로그램을 이용한 Duncan 다중검정(DMRT)으로 각 처리별 평균값을 비교하였다.

결과 및 고찰

미끌애꽃노린재(*Orius laevigatus*)의 저온저장

적정 저장온도 구명

미끌애꽃노린재의 저장온도에 따른 먹이조건별 생존율은 Fig. 1과 같다. 먹이 조건에 따른 온도별 70%생존율을 보인 기간을 보면, 저장온도 6, 8, 10, 12°C에서 먹이를 제공하지 않은 처리는 각각 12, 10, 15, 8일이고, 꿀물 10%를 제공한 처리는 각각 8, 17, 22, 15일며, 줄알락명나방 알을 제공한 처리는 각각 15, 10, 36, 15일이었다. 3처리 먹이조건 가운데 줄알락명나방 알을 먹이로 제공한 처리가 8°C를 제외한 모든 온도에서 생존기간이 길었고, 먹이 무 제공 처리가 가장 짧았다. 온도에 의한 생존기간은 4처리 온도 모두 10°C가 가장 길었

다. 그러나 생존기간이 가장 짧은 온도는 먹이 조건에 따라 차이가 있었으며, 먹이 무 제공 처리는 12°C, 꿀물 10% 제공 처리는 6°C, 줄알락명나방 알 제공 처리는 8°C로 먹이 조건에 따라 달랐다.

저장기간 동안 먹이 제공과 먹이 무 제공에 따른 생존율의 차이를 보면, 6°C가 먹이에 따른 차이가 가장 적은 온도이며, 8°C는 저장 20일경부터 차이가 많이 났고, 10°C와 12°C는 저장 초기부터 뚜렷한 차이를 보였다. 특히 6°C에서 먹이 조건에 따른 생존율 차이가 적었던 것은 6°C의 낮은 온도에서 미끌애꽃노린재가 먹이를 섭식하지 않았기 때문으로 보이며, 8°C의 저장 20일경부터 생존율의 차이가 나는 것을 보면 미끌애꽃노린재가 8°C부터 먹이를 섭식할 수 있는 것으로 추정된다. 그러나 정확한 포식가능 온도 포인트 구명은 추가적인 연구가 필요하다. Rudolf *et al.*, (1993)은 미끌애꽃노린재의 저온저장 온도를 각각 9°C(24시간)의 단온조건과 3°C/13°C(18시간/6시간)의 변온조건을 비교하면 전자보다 후자의 변온조건에서 생존율이 높고 산란수가 많다고 하였다. 따라서 최적의 저온저장 기술의 개발을 위해서는 변온조건 등 여러 가지 방법개발이 지속적으

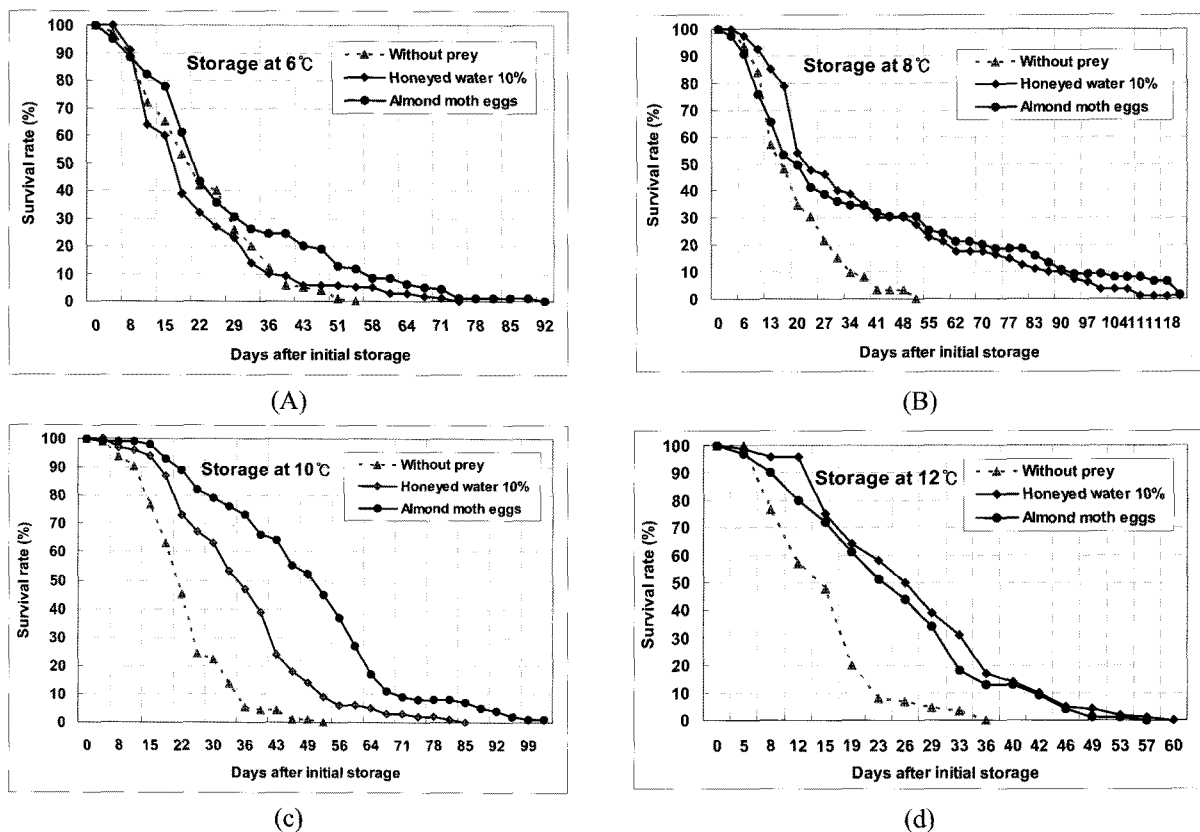


Fig. 1. Survival rate of *Orius laevigatus* adult provided with and without food after storage at (A) 6°C, (B) 8°C, (C) 10°C and (D) 12°C.

로 검토되어야 할 것으로 생각된다.

이상의 결과를 종합하면 미끌애꽃노린재 성충의 저온 저장 온도는 10°C에 줄알락명나방 알을 먹이로 제공하는 것이 가장 생존율이 높은 것으로 나타났다.

저장 후 산란력 조사

미끌애꽃노린재 성충의 10°C 저장 기간별 성충수명, 산란기간 및 산란수는 Table 1과 같다. 성충의 수명은 저장 10~50일 저장 시 16.4~23.7일로 무 저장 34.5일 대비 10.8~18.1일의 차이가 났다. 성충수명이 저장 10~30일까지는 19.6~22.1일로 통계적인 차이가 없었으며, 저장 40일의 수명이 23.7일로 저장 10~30일보다 약간 늘어 차이가 있는 것으로 나타났다. 그러나 저장 50일에 수명은 16.4일로 급격히 짧아지는 것으로 보아 저장 40일의 수명이 늘어난 것은 실험오차일 가능성이 높으며 추가적인 실험이 요구된다.

산란기간은 10~50일 저장기간 동안 12.0~19.8일로 무 저장 25.6일에 비해 적게는 5.8일 많게는 13.6일의 차이를 보였다. 저장 10~30일까지는 통계적 차이가 없는 동일한 산란기간을 보였고, 저장 40일부터 짧아지는 것으로 나타났다.

저장 기간별 산란수는 저장 10~50일까지 37.1~120.5개로 무저장 224.5개에 비하여 104.0~187.4개가 적었으며, 무저장 대비 산란율은 16.5~53.7%로 감소하였다. 저장 10~30일까지는 거의 유사한 산란수를 보였으며, 저장 40일 이후부터 산란수 감소가 급격한 것으로 나타났다. 따라서 미끌애꽃노린재의 10°C 저온저장 70%생존율을 보인 기간이 36일임을 감안하면 약 1개월 정도 암컷 성충을 저장 했을 경우 무 저장 대비 약 50%의 산란수를 얻을 수 있다는 계산이 나온다.

Rudolf et al. (1993)은 미끌애꽃노린재를 9°C에 10,

20, 30, 50, 70일 저장 후 22°C에서 산란수를 조사한 결과, 각각 173, 145, 124, 72, 64개라고 보고하였다. 실험 온도가 본 조사 온도 10°C와 다르지만 Rudolf et al. (1993)의 보고가 2.8~48.6% 산란수가 많은 것으로 나타났다. 이와 같이 동일한 종간에도 차이가 나는 것은 실험온도, 제공먹이, 실험충의 건강 등에 따라 산란수는 달라질 것으로 생각된다.

IOBC에 의하면 미끌애꽃노린재 산란수 품질기준이 14일 동안 30개의 알을 산란해야하는데, 본 조사의 14일 동안 마리당 누적 산란수를 산출해본 결과 저장 10~40일까지 52.8~103.0개로 IOBC기준에 적합한 것으로 나타났다.

저장 기간별 기주 포식력

미끌애꽃노린재의 10°C 저장기간별 총채벌레 2령 1일 포식수는 Fig. 2와 같다. 미끌애꽃노린재의 꽃노랑총채벌레 포식수는 저장 7일부터 70일까지 최하 7.3마리부터 12.3마리로 저장기간에 따른 포식수의 통계적 유의성(R²=0.4075)이 높지 않은 것으로 나타났다. 다시 말하면 저장 기간이 길어질수록 포식수는 약간씩 줄어들기는 하지만 그 차이는 뚜렷하지 않다는 것으로 해석된다. 그러나 저장기간이 길어지면 수명이 짧아진 만큼 비례하여 포식수는 줄어드는데, 예를 들어 무저장 시 수명이 32.6일이고, 10°C에 20일 저장 시 수명이 19.8일 이므로 생존기간 동안 포식수는 각각 355.3마리로 186.1마리로 무저장 시의 포식수가 훨씬 많아진다.

칠레이리응애(*Phytoseiulus persimilis*)의 저온저장

적정 저장온도 구명

칠레이리응애의 저장온도에 따른 생존율은 Fig. 3과

Table 1. Longevity and fecundity of adult *Orius laevigatus* stored at 10°C

Stored days	Female longevity (days)		Oviposition period (days)		Total no. of eggs laid		
	n	Mean±SE	n	Mean±SE	n	Mean±SE	% ¹⁾
Non-storage	27	34.5±1.8a ²⁾	27	25.6±1.3a	27	224.5±14.3a	100
10	30	19.6±1.6bc	30	17.0±1.6b	30	94.9±10.9bc	42.8
20	30	19.8±1.6bc	29	17.9±1.5b	30	109.2±12.4b	48.6
30	30	20.1±1.7bc	27	19.8±1.6b	30	120.5±13.2b	53.7
40	30	23.7±2.2b	28	15.9±1.9bc	30	69.2±12.5cd	30.8
50	30	16.4±1.6c	27	12.0±1.8c	30	37.1±9.3d	16.5

¹⁾Oviposition Ratio = fecundity after cold storage / fecundity of non-storage adults × 100; ²⁾Means in a column followed by the same letter are not significantly different by DMRT (p=0.05)

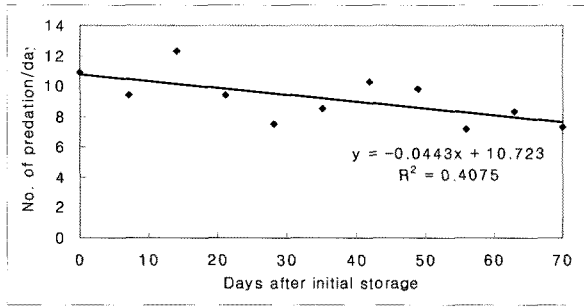


Fig. 2. Number of second instar *Frankliniella occidentalis* consumed daily by *Orius laevis* stored at cold temperature (10°C).

같다. 저장온도 6, 8, 10, 12°C에서 70%생존율을 보인 기간은 점박이용애 알을 먹이로 제공한 처리는 각각 15, 7, 12, 15일로 6°C와 12°C에서 가장 높았고, 8°C에서 가장 낮았다. 먹이를 제공하지 않은 처리는 각각 5, 14, 5, 5일로 오히려 8°C가 생존율이 가장 높았고 6, 10, 12°C는 같은 것으로 나타났다.

온도와 먹이조건을 고려한 저장 생존율을 비교해 보면, 먹이를 제공한 처리는 6°C와 12°C가 저장 초기 생존율은 높았으며, 먹이를 제공하지 않은 처리에서는 8°C가 다른 온도에 비해 월등히 높았다. 그러나 저장기

간 전체의 생존기간과 50%생존을 기간을 고려하면 먹이 제공과 무제공 처리 모두에서 8°C가 가장 생존율이 높은 온도로 나타났다. Morewood (1992)는 칠레이리응애를 7.5°C에서 먹이 무제공, 물 제공, 점박이용애 제공, 3조건의 70% 생존율을 보인 기간은 각각 1주이내, 3주, 6주로 점박이용애를 먹이로 제공한 경우가 가장 생존율이 높았다고 하여 본 조사의 점박이용애 먹이가 생존율이 높은 것과 일치하였다. 이상의 결과로 볼 때 칠레이리응애가 6°C의 먹이를 제공한 처리에서 생존율이 높은 것을 보면 낮은 온도에서 먹이를 섭식하기 때문이 아닌가 하는 생각이 든다. 하지만 보다 명확한 구명은 저온포식에 대한 추가적인 실험에 의해 밝혀져야 할 것으로 생각된다.

저장 후 산란력 조사

칠레이리응애의 8°C 저온저장 기간별로 산란수, 산란기간, 성충수명을 조사한 결과는 Table 2와 같다. 성충수명은 7일부터 42일 저장 시 6.9~8.9일로 무 저장 시 수명 9.5일에 비하면 저장기간이 길어진다 해도 성충수명은 크게 줄어들지 않은 것으로 나타났다. 산란기간은 7~42일 저장기간 동안 3.8~5.3일로 기간이 경과함에

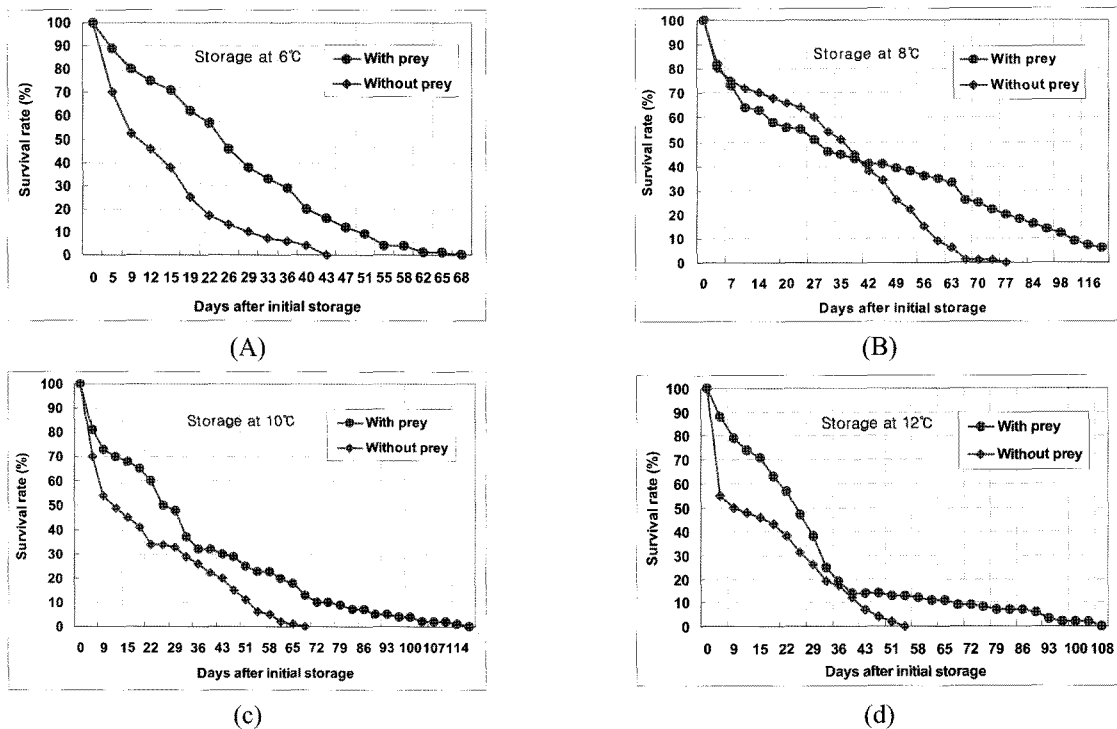


Fig. 3. Survival rate of *Phytoseiulus persimilis* adult provided with and without food after storage at (A) 6°C, (B) 8°C, (C) 10°C and (D) 12°C.

Table 2. Longevity and Fecundity of *Phytoseiulus persimilis* stored at cold temperature (8°C)

Stored days	Female longevity (days)		Oviposition period (days)		No. of eggs laid		
	n	Mean±SE	n	Mean±SE	n	Mean±SE	% ¹⁾
Non-storage	24	9.5±0.6a ²⁾	28	6.1±0.5a	31	26.4±2.9a	100
7	20	8.1±1.9ab	20	5.2±0.7ab	20	18.9±3.3b	71.6
14	16	7.8±1.0ab	16	5.3±0.8ab	22	16.0±2.9bc	60.6
21	16	8.9±0.8ab	16	4.8±0.4ab	25	16.9±1.9bc	64.0
28	20	7.7±0.6ab	20	4.2±0.4b	32	14.2±1.6bc	53.8
35	31	6.9±0.4ab	31	3.8±0.2b	41	11.9±1.1c	45.1
42	19	8.5±0.5b	19	3.7±0.3b	31	12.1±1.4c	45.8

¹⁾Oviposition Ratio = fecundity after cold storage / fecundity of non-storage adults × 100; ²⁾Means in a column followed by the same letter are not significantly different by DMRT (p=0.05).

따라 산란기간은 아주 미미하게 줄어드는데, 35일 저장 시 무 저장 대비 2.3일이 감소한다. 산란수는 저장기간 7, 21, 35일에 각각 18.9, 16.9, 11.9개로 무저장 산란수 26.4개에 비하여 산란율은 각각 71.6, 64.0, 45.1%로 감소한다. 대체로 1개월 저장 시 산란수는 약 50% 감소하는 것으로 나타났으며, 적정 저장온도 8°C에서 70% 생존을 기간 14일을 저장하면 무저장 대비 60.6%의 산란율을 보인다.

IOBC 기준에 의하면 칠레이리응애가 5일 동안 10개 이상의 산란수와 80% 이상의 생존율을 보여야하는데, Goh and Broadbent(2000)는 외국의 3개 천적회사 제품을 구입하여 유통 천적의 품질을 5일 동안 조사한 결과, 산란수는 각각 12.0, 16.0, 10.2개였고, 성충 생존율은 각각 62.5, 82.4, 38.1%로 IOBC기준에 산란수는 적합하였으나, 성충 생존율 기준 80%에 적합한 회사는 1개 회사 제품뿐이었다. 본 조사에서는 저장 35일 처리까지 5일 동안 성충 산란수가 11.5~14.2개로 IOBC 기준에 적합하였다.

저장 기간별 기주 포식력

칠레이리응애의 8°C 저장기간별 점박이응애 알 1일 포식수는 Fig. 4와 같다. 칠레이리응애를 8°C에 저온저장 후 시기별로 꺼내어 25°C의 항온기에서 점박이응애 알 1일 포식수를 조사한 결과, 저장 7, 14, 21, 28, 35, 42일에서 각각 21.8, 28.9, 24.9, 27.6, 24.4, 17.0개로 무저장 시 포식수 26.0개 대비 포식률은 각각 83.8, 111.2, 95.8, 106.2, 93.8, 65.4%였다. 칠레이리응애는 저장 기간에 따른 포식률의 통계적 유의성($R^2=0.201$)은 매우 낮은 것으로 나타났다. 즉, 저장기간에 따라 포식수의 차이가 미미하며, 특히 저장 35일까지는 차이가

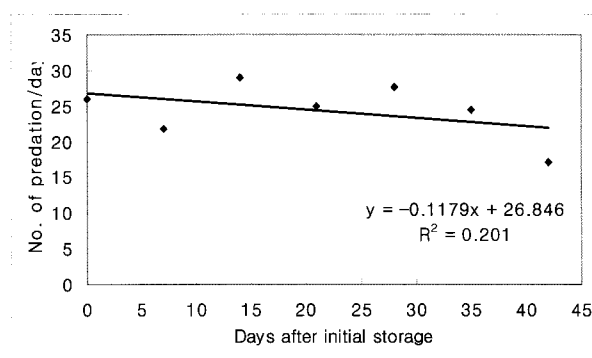


Fig. 4. Number of *Tetranychus urticae* eggs consumed daily by *Phytoseiulus persimilis* stored at cold temperature (8°C).

거의 없었으나, 저장 42일에서 포식수가 급격히 떨어지는 현상을 보였다. 따라서 8°C에서 70% 생존을 기간 14일을 저장 하여도 포식량은 무 저장에 비해 떨어지지 않는다.

이상의 결과를 종합하면 미끌애꽃노린재는 온도 10°C, 습도 70~80%, 암조건에 먹이로 줄알락명나방 알을 제공하는 것이 저장 생존율을 가장 높일 수 있는 저장환경으로 70%생존을 기간은 36일이다. 산란수는 저장 30일까지 무 저장에 비하여 약 50%정도를 산란하며, 꽃노랑총채벌레 포식수는 저장 70일까지도 차이가 크지 않다.

칠레이리응애는 온도 8°C, 습도 70~80%, 암조건에 먹이로 점박이응애를 제공하는 것이 저온 저장에 적합한 저장환경으로 70% 생존을 기간은 14일이다. 저장 기간이 경과함에 따라 산란수는 약간씩 적어져 저장 14일에 무 저장의 60%를 산란하며, 점박이응애 알 포식수는 저장 35일까지 차이가 없는 것으로 나타났다.

따라서 미끌애꽃노린재는 1개월 이내, 칠레이리응애

는 2주일 이내가 저장 가이드라인으로 판단된다. 그러나 천적 저장에 따른 품질의 저하 현상은 저장방법, 충의 활력, 저장먹이 등에 따라 달라질 수 있으므로 지속적인 저장기술 개발이 필요할 것으로 사료된다.

감사의 글

본 논문은 농촌진흥청 연구과제인 “개발친적의 저온 저장기술”을 수행한 결과로 작성되었습니다. 실험 수행 과정 동안 휴일도 반납하고 많은 도움을 주신 이미숙 여사님께 감사의 뜻을 표합니다.

Literature Cited

- De Clercq, P. and D. Degheele. 1993. Cold storage of the predatory bugs *Podisus maculiventris* (Say) and *Podisus sagitta* (Fabricius) (Heteroptera: Pentatomidae). *Parasitica* 49(1-2): 27-41.
- Gillespie, D.R. and C.A. Ramey. 1988. Life history and cold storage of *Amblyseius cucumeris* (Acarina: Phytoseiidae). *Entomol. Soc. Brit. Columbia* 85: 71-76.
- Goh, H.G. and A.B. Broadbent. 2000. Quality control of the mass-reared predatory mite, *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot (Acari: Phytoseiidae). *Kor. J. Appl. Entomol.* 30(1): 1-5.
- IOBC. Quality control guidelines for natural enemies. www.entomology.wisc.edu/iobc/nrs.htm
- Kim, J.H., H.Y. Kim, Y.H. Kim, Y.H. Lee and M.S. Lee. 2008. Field application program for the biological control of the pests on sweet pepper (Summer culture type). *Ann. Res. NIAST - Agricul. Biol. Res.* (in press).
- Kim, J.H., Y.H. Kim, M.W. Han and G.S. Lee. 1998. Mass rearing of *Orius strigicollis*. NIAST Report for Crop Prot. pp 461-479.
- Kim, J.H., Y.W. Byoun, H.Y. Kim and Y.H. Kim. 2006. Application of natural enemies for the biological control of arthropod pests on sweet pepper. *Ann. Res. of NIAST (Agricul. Biol. Res.)*: pp. 769-787.
- Kim, Y.H. and S.G. Park. 2006. Optimum release times for biological control of the two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) by *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot (Acari: Phytoseiidae) on the strawberry in greenhouses. *Entomol. Res.* 36: 238-244.
- Morewood, W.D. 1992. Cold storage of *Phytoseiulus persimilis* (Phytoseiidae). *Exper. Appl. Acarol.* 13: 231-236.
- Rudolf, E. J.C. Malausa, P. Millot and R. Pralavorio. 1993. Influence of cold temperature on biological characteristics of *Orius laevigatus* and *Orius majusculus* (Het.: Anthocoridae). *Entomophaga* 38(3): 317-325.
- Tommasini, M.G. 2004. Collection of *Orius* species in Italy. *Bull. Insectol.* 57(2): 65-72.
- Tommasini, M.G. and J.C. van Lanteren. 2003. Occurrence of diapause in *Orius laevigatus*. *Bull. Insectol.* 56(2): 225-251.

(Received for publication April 1 2009;
revised June 28 2009; accepted September 18 2009)