

천연첨가물을 이용한 칠성풀잠자리붙이 인공사료 개발

Development of Artificial Diets for Green Lacewing, *Chrysopa pallens* (Rambur), by Addition of Natural Products최만영 · 이건희 · 백채훈¹ · 이종진¹Man-Young Choi, Gun-Hwee Lee, Chae-Hoon Paik¹ and Jong-Jin Lee¹

Abstract - The green lacewing, *Chrysopa pallens* (Rambur), was reared on artificial diets supplemented with natural products such as lyophilized beef liver, silk worm pupae powder and drone honey bee powder. The performance of the green lacewing was improved significantly on only the diet to which added 1% of silk worm pupae powder (wt/v). Larval development was completed in 15.6 ± 0.99 days, cocoon weight was 16.4 ± 2.94 mg, and survival to adult was 89.3% at 27°C. And another diet made by mixing 4 part of lyophilized beef liver powder, 4 part of lyophilized beef powder, 3 part of lyophilized chicken egg, 4 part of sucrose, and 50 mg each of vitamin C and Vanderzant's vitamin B mixture was promising. Larval development of the green lacewing on this diet was completed in 12.7 ± 1.45 days at 27°C, pupal weight was 18.1 ± 2.24 mg, survival to adult was 100%, and 633 ± 70.4 eggs were laid in 20 days after beginning of oviposition.

Key Words - Artificial diet, *Chrysopa pallens* (Rambur), Beef, Beef liver, Drone honeybee powder, Silkworm pupae powder

초 록 - 소간냉동건조분말, 누에번데기냉동건조분말, 수펄가루를 각각 첨가하여 만든 인공사료들을 이용하여 칠성풀잠자리붙이 (*Chrysopa pallens* (Rambur))를 사육한 결과 누에냉동건조분말을 1% 수준으로 첨가한 먹이에서만 효율이 증대되었으며, 유충발육기간이 15.6 ± 0.99 일, 고치무게가 16.4 ± 2.94 mg, 성충까지의 생존율이 89.3%로 나타났다. 또한 소간냉동건조분말, 소고기냉동건조분말, 달걀냉동건조분말 그리고 설탕을 각각 4/4/3/4의 비율로 넣고 비타민 C와 Vanderzant의 비타민 B 혼합물을 각각 50 mg씩 넣은 먹이로 칠성풀잠자리붙이를 사육한 결과 유충발육기간이 12.7 ± 1.45 일, 고치무게가 18.1 ± 2.24 mg, 성충까지 생존율이 100%로 나타났으며, 산란 시작후 20일간의 산란수가 633 ± 70.4 개에 달해서, 이 인공사료를 이용한 칠성풀잠자리붙이의 대량사육이 가능한 것으로 나타났다.

검색어 - 인공사료, 칠성풀잠자리붙이, 소간냉동건조분말, 소고기냉동건조분말, 달걀냉동건조분말

풀잠자리과 곤충은 대부분이 유충기에 육식성이며 광식성이어서 각종 해충 특히 진딧물류의 방제를 위해 오래 전부터 주목을 받아왔으며, Finney (1948)에 의해서 나비목 곤충의 알과 유충을 먹이로 한 증식시스템이 개발된 이후 실용화가 진전되어 지금은 세계적으로 중요한 천적자원이 되고 있다. 풀잠자리류의 실용화가 다른 천적들에 비해 빠른 이유중의 하나는

대체먹이(대용기주)를 이용할 수 있다는 점이다. 일본에서는 감자나방의 유충과 알을 비롯해 여러 종류의 나비목 곤충과 초파리 등을 이용한 *Chrysopa californica*의 사육이 연구되었으며 (Nijjima, 1997), 거짓쌀도둑거저리 (*Tribolium castaneum* (Herbst))의 알을 이용한 *Chrysoperla carnea*, *Chrysopa septempunctata*, *Mallada boniensis*, *Chrysopa formosa* 등 4종의 사육이 가

농촌진흥청 호남농업시험장 (National Honam Agricultural Experiment Station, RDA, Iksan 570-080, Korea)

¹ 전북대학교 농생물학과 (Department of Agricultural Biology, Chonbuk National University, Chonju 561-756, Korea)

능한 것으로 보고되고 있다(Kubota and Shiga, 1995). 하지만 이 경우 대용기주를 별도로 증식해야 하기 때문에 경비와 공간이 많이 소요되고 시스템화가 어려워서 인공사료를 개발하는 연구가 꾸준히 추진되어 왔다. Hagen and Tassan (1965)은 yeast와 casein의 가수분해물을 주성분으로 하는 액상의 인공사료를 파라핀으로 코팅하여 공급하는 기술을 개발하여 어리줄풀잠자리벌을 성충까지 발육시키는데 성공하였고, Vanderzant (1969)는 이를 개량한 인공사료를 개발하였으며, 인공사료의 코팅기술이나 캡슐화 기술이 발달되어 있는 중국에서는 코팅한 인공사료를 이용하여 *Chrysopa sinica*의 대량사육에 성공하였다고 보고하였다(Chen and Qiu, 1996). 일본에서는 무당벌레의 사료로 유효한 수펄가루를 이용하여 풀잠자리류 6종의 사육이 가능하다고 보고하였다(Nijima and Matsuka, 1990).

한편, Choi et al. (1999)은 계란의 난황 등을 주성분으로 하는 인공사료를 이용하여 칠성풀잠자리벌이(*Chrysopa pallens* (Rambur))를 사육함으로써 칠성풀잠자리벌이 대량사육용 인공사료의 개발가능성을 시사하였는데, 이번 연구에서는 누에번데기, 소간, 수펄가루 등 비교적 구입이 용이한 천연물을 인공사료에 첨가하여 칠성풀잠자리벌이의 발육효율을 증진시키고자 하였다. 또한 Cohen (1992)은 줄풀잠자리(*Chrysoperla rufilabris*)가 체외소화를 통해 취식하는 특성을 밝혀내고 이를 고려한 고품사료를 만들어 좋은 결과를 얻었는데(Cohen, 1990, 1995; Cohen and Smith, 1998), 본 연구에서는 이를 기초로 칠성풀잠자리벌이용 인공사료를 만들고 이를 분말화하여 칠성풀잠자리벌이의 발육에 대한 영향을 분석하였다.

재료 및 방법

실험곤충

전북 익산시 호남농업시험장에서 목화진딧물과 복숭아혹진딧물을 이용하여 누대사육하고 있는 칠성풀잠자리벌이 *Chrysopa pallens* (Rambur)를 실험곤충으로 이용하였다. 사육용기는 유충과 성충 모두 직경 9 cm, 높이 5 cm의 콤팩트샤레를 이용하였고, 용기내부의 과습을 막기 위하여 뚜껑에 만든 지름 3.5 cm의 환기구에 망을 붙여 통기가 잘 되도록 하였다. 진딧물이 발생한 가지잎 또는 고추잎을 적당한 크기로 잘라 사육용기에 넣어주었고, 2령까지는 20여개체씩, 그 이후에는 5개체씩 집단사육하였다. 사육조건은 16L:8D의 광주조건, R.H. 60~80%, 온도 $25 \pm 2^\circ\text{C}$ 로 하였다.

인공사료의 조제

소간, 누에번데기, 수펄가루를 첨가한 인공사료가 칠

성풀잠자리벌이 발육에 미치는 영향을 분석하기 위하여 Choi et al. (1999)의 사료조성을 기초로 설탕(4.0 g), 맥주효모(0.5 g), 이스트추출물(3.5 g), 카세인(1.5 g), 계란(6.0 g), 비타민C(50 mg)을 증류수에 넣어 50 ml이 되도록 조제하고, 여기에 냉동건조한 소간, 누에번데기, 수펄가루를 1%, 2%수준(W/V)으로 각각 첨가하였다. 모든 성분을 증류수와 함께 고르게 교반하여 -20°C 에 냉동보존하면서 필요시 이용하였다.

칠성풀잠자리벌이에 대한 줄풀잠자리(*C. rufilabris*)용 인공사료(Cohen and Smith, 1998)의 효과를 분석하기 위한 인공사료들은, 생소고기, 생소간, 생달걀을 이용하는 대신 이들의 냉동건조분말들을 이용하였고 이들간의 함량비를 각각 다르게 조제하였다(Table 2). 모든 인공사료 성분을 증류수 40 ml과 함께 잘 교반한 후 다시 냉동건조하여 분말화한 것을 시험에 이용하였다.

인공사료의 효율 검정

소간, 누에번데기, 수펄가루를 첨가한 먹이의 칠성풀잠자리벌이 발육에 대한 효과는 유충의 발육과 성충의 산란수를 비교하여 분석하였다. 유충발육효율 검정 시험은 직경 6 cm의 일회용 플라스틱용기에 1령부터 성충이 될 때까지 개체사육하면서 검정하였다. 먹이는 액체상태로 스폰지조각(5×5×5 mm)에 적셔서 공급하였다. 습도를 유지하기 위하여 35×40 cm 바트에 사육용기 30개씩을 놓고 물을 적신 솜을 넣어 바트 전체를 랩으로 밀봉하였다. 먹이는 매일 일정한 시간에, 사육용기는 매 3일마다 교체해 주었다. 처리당 30개체씩 사육하여 발육기간, 생존율, 고치형성율, 우화율, 무게 등을 비교하였다. 성충의 산란수는 콤팩트샤레(직경 9 cm, 높이 5 cm)에 암·수 한 쌍씩을 넣고 먹이를 스폰지조각(5×5×5 mm)에 적셔서 매일 교체 공급하면서 조사하였다. 시험구 배치는 완전임의배치로 하여 처리간 효과를 LSD검정법으로 분석하였다.

줄풀잠자리용 인공사료의 칠성풀잠자리벌이에 대한 효과를 분석하기 위한 시험은 직경 6 cm의 일회용 플라스틱용기에 1령부터 고치가 될 때까지 개체사육하면서 검정하였으며, 분말먹이를 1일 1회(1령-10 mg, 2령-20 mg, 3령-40 mg) 공급하고, 수분은 용기의 뚜껑에 직경 5 mm의 구멍을 통해 끝에 스폰지를 끼운 일회용 플라스틱 피펫에 증류수를 넣어 조금씩 스며나오도록 하여 공급하였다. 성충의 산란수는 콤팩트샤레(직경 9 cm, 높이 5 cm)에 암·수 한 쌍씩을 넣고 먹이는 분말상태로 40 mg씩, 수분은 스폰지조각(5×5×5 mm)에 적셔서 매일 공급해주면서 조사하였다. 기타는 소간, 누에번데기, 수펄가루를 첨가한 인공사료의 경우와 동일하게 실시하였다.

결과 및 고찰

소간, 누에번데기, 수펄가루 첨가 효과

소간냉동건조분말 (BLP), 누에번데기냉동건조분말 (SP), 수펄가루 (DP) 등을 각각 인공사료에 1%, 2% (wet wt) 수준으로 첨가하여 칠성풀잠자리붙이의 발육에 미치는 영향을 분석한 결과는 Table 1과 같다. 누에의 번데기 냉동건조분말을 1% 첨가한 먹이 (SP1)에서 유충발육기간이 가장 짧았고, 고치의 무게가 가장 무거운 것으로 나타났다. 기본 먹이에 아무 것도 첨가하지 않았을 때 (대조구)와 비교하면 고치의 무게에 있어서는 현저하게 더 무거웠고, 유충발육기간은 약간 짧아지는 경향이나 기본먹이와 비교해 통계적인 유의차는 없었다. 하지만 2%를 첨가한 경우에는 유충발육기간에서는 1%를 첨가한 것과 비교해 차이가 없었고, 고치 무게가 가벼운 것으로 나타나 오히려 효율이 떨어짐을 알 수 있었다. 생존율도 SP1에서 성충까지 발육하는 비율이 기본먹이에 비해 증가하였고, 산란시작 후 20일간의 산란수를 비교해 보면 기본먹이와 차이가 없는 것으로 나타났다.

소간의 냉동건조분말을 1% 첨가했을 때 (BLP1)의 생존율은 우수하였으나, 유충발육기간이 기본먹이에 비해 현저히 길었고, 고치의 무게도 가벼운 것으로 나타났다. 하지만 2%를 첨가한 경우 효율이 크게 떨어진 누에분말의 경우와는 달리 소간냉동건조분말을 첨가한 경우에는 2% 첨가한 것 (BLP2)이나 1%를 첨가한 것 (BLP1)에서 발육기간, 생존율, 고치무게 등의 차이가 없었다. 수펄가루를 첨가한 DP1과 DP2에서는 1%를 첨가했을 때가 2%를 첨가했을 때에 비해 유충발육의 경우 좋은 경향을 보이나 유의수준의 차이는 나타나지 않았고 ($p=0.05$), 성충의 산란수에 있어서는

기본먹이에 비해 142개 정도가 적었다. 누에가루나 수펄가루는 곤충인 누에와 꿀벌로부터 얻어졌기 때문에 generalist predator인 칠성풀잠자리붙이의 발육에 좋은 영향을 줄 것이라는 가정 하에 본 시험을 실시하였으나, 누에가루의 경우 2%를 첨가하면 오히려 효율이 떨어지는 현상이 나타났는데, 개별영양소의 질보다는 영양소간의 균형이 중요하다는 것이 곤충의 경우 잘 알려져 있는 것으로 볼 때 (Blum, 1985), 2%를 첨가한 먹이의 효율이 오히려 떨어진 원인이 영양소의 불균형에 기인하는 것으로 사료된다. 그러나 1%를 첨가한 것의 효율이 좋은 원인은 누에가루에 포함된 영양소 중에서 칠성풀잠자리붙이가 소량으로 요구하는 특수한 영양소에 있을 가능성이 높다. 수펄가루의 경우에는 칠성풀잠자리붙이의 발육에 적합하여 그 자체로 칠성풀잠자리붙이의 사육이 가능한 것으로 보고되어 (Okada *et al.*, 1974), 이를 첨가할 경우 영양소의 균형이 문제되지 않을 것으로 생각되었는데 유충의 경우에는 1%나 2% 첨가시 모두 영향이 없었으나 성충의 경우에는 2%를 첨가하면 산란수가 적어지는 것으로 나타나 특이하였다. 소간의 경우에는 소간에 다량으로 함유된 glycogen의 영향이 컸을 것으로 보이는데, 유충기간이 다른 먹이에 비해 길어진 것이 가장 두드러진 특징이었다.

줄풀잠자리용 인공사료를 이용한 칠성풀잠자리붙이 사육

Cohen and Smith (1998)는 줄풀잠자리 유충은 반고체형인공사료로, 성충은 맥주효모와 설탕풀을 혼합한 먹이로 15세대를 사육하였다. 이 반고체형인공사료는 소고기 (지방함량 30%) 100 g, 소간 100 g, 계란 100 g, 물 45 ml, 설탕 15 g, 벌꿀 5 g, 맥주효모 10 g, 10%초산 5 ml 그리고 항생물질을 혼합하여 만들었으며, 이것을

Table 1. Efficiency of artificial diets supplemented with silkworm, drone honeybee and beef liver powder on the development and the fecundity of the green lacewing, *C. pallens*

| Level added (dry wt)* | Larval period (day) | Survival (%) | | Cocoon weight (mg) | Fecundity** | Hatch ratio (%) | |
|-----------------------|---------------------|--------------|-------|--------------------|-------------|-----------------|------|
| | | pupae | adult | | | | |
| 1% | BLP1 | 18.2±2.26 | 91.7 | 87.5 | 11.8±1.69 | 193.7± 98.3 | 93.5 |
| | SP1 | 15.6±0.99 | 89.3 | 89.3 | 16.4±2.94 | 446.3±126.5 | 91.2 |
| | DP1 | 15.7±1.02 | 89.3 | 89.3 | 14.7±1.66 | 269.5±219.5 | 89.8 |
| 2% | BLP2 | 17.4±2.06 | 100.0 | 81.8 | 12.6±2.18 | — | — |
| | SP2 | 14.9±0.64 | 85.7 | 38.1 | 13.2±2.46 | — | — |
| | DP2 | 15.4±1.84 | 73.0 | 42.3 | 13.7±2.86 | 158.3±136.2 | 90.3 |
| non (control) | 16.4±2.91 | 85.0 | 75.0 | 13.8±3.60 | 412.0±328.7 | 89.1 | |

LSD (5%)= 1.493 (larval period), = 1.757 (cocoon weight)

* BLP: Beef liver powder, SP: Silkworm powder, DP: Drone honeybee powder

** Number of eggs laid for the first 20 days after beginning of egg laying

3배로 늘린 파라핀으로 싸서 공급하는 방법을 이용하였다. 이 먹이의 주요성분별 함량은 단백질 17%, 지질 15%, 당 5%, 물 62%로 나방류 알의 함량비와 비슷하며 콜레스테롤을 2,600 mg/kg 함유하고 있다(Cohen and Smith, 1998). 이 먹이를 이용할 경우 줄फल잡자리는 번데기가 될 때까지 87%가 생존하였고, 지금까지 이용되어 오던 *Cadra kuehniella*의 알에서 보다 번데기가 더 무거워졌으며, 특히 비용 면에서 효모가수분해물이 주성분인 인공먹이에 비해 10배, *C. kuehniella*에 비해 100배 가량의 비용절감효과가 있었다고 하였다. 본 시험에서는 Cohen and Smith(1998)의 줄फल잡자리에 인공사료를 주요성분의 함량 비를 달리하여 조제한 후(Table 2) 칠성फल잡자리붙이의 발육에 미치는 영향을 분석하였다(Table 3). 소간, 소고기, 달걀, 설탕

의 함량을 인공사료 18g당 각각 3/3/5/5g으로 한 diet #1 (Table 2)에서는 모두 성충이 되기 전에 치사하였으나, 이 비율을 4/4/3/5으로 한 diet#2에서는 diet#1에 비해 성충까지 발육하는 비율이 높았고, 산란시작 후 20일 동안의 산란수도 많은 것으로 나타났다. 또한 이 비율을 4/4/3/4로 하고, 비타민 C와 비타민B혼합물을 50 mg씩 첨가한 diet#5에서는 유충발육기간이 현저히 짧았고, 번데기의 무게도 가장 무거웠으며, 모든 사육 개체가 정상적인 성충으로 발육하여 효율이 가장 좋은 것으로 나타났다. 성충의 산란수도 가장 많았다. 그러나 diet#5에 비해 달걀함량을 늘리고 설탕의 함량을 줄인 diet#4(4/4/4/3)와 설탕의 함량만 줄인 diet#6(4/4/3/3), 그리고 비타민C와 비타민B혼합물을 넣지 않은 diet#7에서는 유충의 발육이 현저히 저조하였으나, 산란수에 있어서는 diet#6, diet#7의 경우 줄어들지 않았고, diet#4의 경우에는 현저히 적은 것으로 나타났다. Diet#4, 6, 7의 효율이 diet#5에 비해 떨어지는 원인은 계란의 흰자에 함유된 avidin에 의해 biotin이 불활성화됨으로서 탄수화물대사가 원활하지 못했던데 원인이 있는 것으로 보인다(Meslar *et al.*, 1978). 본 시험에서 사용한 인공사료는 조제과정에서 냉동건조한 분말을 이용하여 액체 상태로 조제 후 다시 냉동건조하여 분말화함으로서 모든 성분이 고르게 섞이도록 한 것이 Cohen and Smith(1998)의 인공사료와 다른 점이다. 또한 Cohen and Smith(1998)는 달걀의 흰자에 함유된 proteoglycans의 점성을 이용하고, 80°C의 열을 가함으로서 avidin을 불활성화시켜 biotin의 파괴를 막아주었던 것이 좋은 효과를 나타내었으나, 본 시험에서는 모든 성분을 분말화함으로서 फल잡자리가 취식할 때 체외로 배출되었던 소화효소의 재흡수율을 높게 해줌으로서 효율을 증진시키고자 하였다. 특히 성충시기에 포식성인 칠성फल잡자리붙이의 성충용인공사료로 이용할 때 분말먹이의 흡습성은 큰 장점이 될

Table 2. Components of artificial diets for *Chrysopa pallens* (Rambur) modified from Cohen and Smith (1998)

| Components | Amounts (g) | | | | | | |
|-----------------------------|-------------|------|------|------|------|------|------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Beef meat powder | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| Beef liver powder | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| Egg powder (whole egg) | 5 | 3 | 5 | 4 | 3 | 3 | 3 |
| Sucrose | 5 | 5 | 5 | 3 | 4 | 3 | 4 |
| Brewer's yeast (debittered) | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Ascorbic acid | 0.05 | 0.05 | 0.05 | - | 0.05 | - | - |
| B-vitamin mix. | 0.05 | 0.05 | 0.05 | - | 0.05 | - | - |
| Streptomycin | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 |
| Sorbic acid | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.02 |
| Acetic acid (10%) | - | - | - | 1 ml | 1 ml | 1 ml | 1 ml |

Table 3. Efficiency of artificial diets modified from Cohen and Smith (1998) on the development and the fecundity of *C. pallens*

| Diets* | Larval period (day) | Pupal weight (mg) | Survival to adult (%) | Fecundity** | Hatchability (%) |
|--------|---------------------|-------------------|-----------------------|-------------|------------------|
| 1 | - | - | 0 | - | - |
| 2 | 15.3±0.67 | 14.3±2.17 | 27 | 589±47.8 | 92.6 |
| 3 | 14.9±1.07 | 13.9±1.39 | 7 | 320±126.8 | 88.0 |
| 4 | 14.6±2.12 | 14.6±1.69 | 20 | 119±19.1 | 92.3 |
| 5 | 12.7±1.45 | 18.1±2.34 | 100 | 633±70.4 | 84.2 |
| 6 | 14.0±1.87 | 12.5±1.09 | 13 | 428±62.1 | 85.6 |
| 7 | 15.0±0.82 | 12.9±1.26 | 27 | 537±51.8 | 90.4 |

LSD(5%)= 1.257 (larval period), = 1.684 (pupal weight), = 126.31 (fecundity)

* The diet numbers denote the numbers designated in Table 2.

** Number of eggs laid for the first 20 days after beginning of oviposition

수 있으며, 먹이의 취급 및 보관이 용이하다는 장점이 있다.

이상의 결과를 종합해 보면 인공사료에 누에번데기 냉동건조분말을 1% 함유시킴으로서 칠성풀잠자리붙이의 발육이 증진된다는 것을 알 수 있으며, 소간, 소고기, 달걀, 설탕등을 주성분으로하는 인공사료를 조제할 때는 그 성분비를 각각 4/4/3/4로 하고, 비타민 C와 비타민 B 혼합물을 50 mg씩 함유시킬 때 가장 좋다는 것을 알 수 있다.

인 용 문 헌

- Blum, M.S. 1985. Fundamentals of Insect Physiology. pp 73~79. Wiley-Interscience, New York.
- Chen Z.H. and S. Qiu. 1996. Rearing *Chrysopa sinica* on a simplified encapsulated diet for ten successive generations. Chinese Academy of Agricultural Science, Annual Report 1996: 340~343.
- Choi, M.Y., J.J. Lee and G.H. Lee. 1999. Rearing of a green lacewing, *Chrysopa pallens* Rambur, on artificial diets. Korean J. Appl. Entomol. 38: 35~39 (in Korean).
- Cohen, A.C. 1992. Using a systematic approach to develop artificial diets for predator. In "advances in insect rearing for research and pest management" (T. Anderson and N.C. Leppla, Eds.). pp 77~92. Westview Press, Oxford.
- Cohen, A.C. 1990. Feeding adaptations of some predatory Hemipteran. Ann. Entomol. Soc. Am. 82: 495~499.
- Cohen, A.C. 1995. Extra-oral digestion in predaceous terrestrial Arthropoda. Annu. Rev. Entomol. 40: 85~103.
- Cohen, A.C. and L.L. Smith. 1998. A new concept in artificial diets for *Chrysoperla rufilabris*: The efficacy of solid diets. Biol. Contr. 13: 49~54.
- Finney, G.L. 1948. Culturing *Chrysopa californica* and obtaining eggs for field distribution. J. Econ. Entomol. 41: 719~721.
- Hagen, K.S. and R.L. Tassan. 1965. A method of providing artificial diets to *Chrysopa* larvae. J. Econ. Entomol. 58: 999~1000.
- Kubota, T. and M. Shiga. 1995. Successive mass rearing of chrysopids (Neuroptera: Chrysopidae) on eggs of *Tribolium castanum* (Coleoptera: Tenebrionidae). Jpn. J. Appl. Entomol. Zool. 39: 51~58.
- Meslar, H.W., S.A. Camper and H.B. White. 1978. Biotin-binding protein from egg yolk. A protein distinct from egg white avidin. J. Biol. Chem. (USA). 253(19): 6979~6982.
- Niijima, K. 1997. Rearing of native natural enemies in Japan: Native chrysopids. Plant Protection 51(11): 23~27.
- Niijima, K. and M. Matsuka (1990): Artificial diet for the mass production of chrysopids (Neuroptera). FFTC Book series 40: 190~198.
- Okada, I., M. Matsuka and M. Tani. 1974. Rearing a green lacewing, *Chrysopa septempunctata* Wesmael on pulverized drone honeybee brood. Bull. Fac. Agric., Tamagawa Univ. 14: 26~32.
- Vanderzant, E.S. 1969. An artificial diet for larvae and adults of *Chrysopa carnea* and insect predator of crop pests. J. Econ. Entomol. 62: 256~257.

(1999년 7월 2일 접수, 2000년 6월 30일 수리)