

친환경 딸기 재배 농가에서 칠레이리응애를 이용한 점박이응애 생물적 방제*

김도익** · 김선곤*** · 신길호*** · 서종분*** · 최경주***
임경호*** · 김상수****

Biological Control of Two Spotted Spider Mite (*Tetranychus urticae*) by the Predatory Mite (*Phytoseiulus persimilis*) in Sustainable Strawberry Fields

Kim, Do-ik · Kim, Seon-Gon · Shin, Gil-Ho · Seo, Jong-Bun
Choi, Kyong-Ju · Lim, Kyeong-Ho · Kim, Sang-Soo

The potential of the predatory mite *Phytoseiulus persimilis* (Acarina : Phytoseiidae) to control two spotted spider mite *Tetranychus urticae* (Acarina : Tetranychidae) was investigated on sustainable strawberry fields in Jeonnam area. The density of *T. urticae* increased from 4th and 7th weeks after single and two timings release *P. persimilis*, respectively. On the three timings of release plot, number(density) of *T. urticae* on a leaf maintained fewer than 10 during the 15 weeks after release. In the 1,000 release of *P. persimilis* per 100m² plot, *P. persimilis* could not suppress *T. urticae*. In the 2,000 release plot, *P. persimilis* could suppress *T. urticae* with low density which was the similar in the 3,000 release plot. Two-spotted spider mite, *T. urticae*, occurred from late March and increased density in Hampyeong area. In the *P. persimilis* released field, *T. urticae* inhibited continuously after release. In Boseong area, density of *P. persimilis* increased 50 per 10 leaves through increasing of *T. urticae*. Percent of occurrence of *T. urticae* showed high 10.5~75.5% in none-release predatory mite but not high in release treatment. *T. urticae* on sustainable strawberry field could be inhibited by *P. persimilis*.

* 이 논문은 2004년도 농림부에서 시행하는 농림기술개발연구과제(104026-03-2-SB010)로 수행한 연구결과임.

** 대표저자, 전라남도농업기술원

*** 전라남도농업기술원

**** 순천대학교 농과대학

Key words : *tetranychus urticae*, *phytoseiulus persimilis*, release, inhibition, strawberry

I. 서 언

우리나라의 딸기 재배는 비닐하우스 시설에서 하고 있으며 노지재배는 제주 등 일부에서 이루어지고 있으며, 전남의 딸기 재배면적은 전국의 15%(시설 1,086, 노지 11ha)의 점유율을 차지하고 있다(농림부, 2004). 딸기에 발생하는 해충으로 점박이응애의 피해가 가장 심하며 그 외 선충의 피해가 심한 편이다(Butcher 등, 1989). 점박이응애는 딸기 재배 초기부터 나타나기 시작하여 2월 중하순에 육안으로 보일 정도로 피해가 나타난다. 점박이응애는 딸기의 엽을 가해하여 딸기의 생육을 약화시키고 품질을 저해시키며 심한 경우 딸기 자체의 생산을 못하는 경우도 생긴다. 이들의 방제를 위해 기존의 합성 약제만으로 방제를 하게 됨으로써 농약잔류, 약제저항성 유발 등의 문제가 나타나게 됨에 따라 저공해 딸기소비에 부응한 농약 대응 방제방법이 필요한 실정이다. 점박이응애 천적으로 주로 이리응애류가 있으며, 그 중에서도 칠레이리응애는 잎응애류의 가장 강력한 천적으로 생태적 특성이 밝혀지면서(Force, 1967; Fournier 등, 1985; Hamamura 등, 1976; Laing, 1968), 여러 나라에서 딸기를 비롯한 여러 작물에서 사용하고 있다(Mori and Saito, 1979; Helle and Sabelis, 1985). Battaglia 등(1990)은 칠레이리응애에 의한 점박이응애 생물적 방제를 딸기 유리온실에서 수행한바 있다. 국내에서도 외국 도입종인 칠레이리응애의 포식특성과 이를 이용한 딸기 점박이응애 방제법을 확립한바 있다(Cho 등, 1995; Kim, 1998). 따라서 본 시험은 점박이응애 방제용 칠레이리응애에 대한 전남지역 축성딸기에서의 적용 가능성을 알아보기 위하여 수행하였다.

II. 재료 및 방법

천적인 칠레이리응애를 생산하기 위해 2003년부터 유리온실(9×3.2m) 내에 수경베드(8×0.27m) 3개를 제작하여 강낭콩을 심었다. 점박이응애를 강낭콩 잎에 접종한 후 밀도가 증가하기 시작한 12월 하순에 칠레이리응애를 엽당 1마리 정도 되게 2,000마리를 방사하였다. 방사 후에 습도를 70% 이상으로 온실을 관리하였으며 2월 상순부터 증식된 칠레이리응애를 사용하였다. 방사횟수와 방사량 시험은 전남 농업기술원 친환경연구소 비닐하우스(8×40m)에서 실시하였다. 천적인 칠레이리응애 방사는 1~3회 하였으며 방사량은 300평당 1,000마리, 2,000마리, 4,000마리 씩 방사하여 점박이응애의 밀도 변화를 조사하였다. 또한 보성

군 별교읍(김용을·임찬진) 및 함평군 대동면(정병환)에 농가를 선정하여 농가 평가를 실시하였다. 천적 방사는 1월 20일, 27일, 2월 3일로 1주일 간격으로 3회 실시하였다. 밀도조사는 2004년 2월 10일부터 방사구와 무방사구를 대상으로 1주 간격으로 100엽씩 채취하여 실험실 내의 해부현미경(30×) 하에서 점박이용애와 칠레이리용애의 수를 조사하였다. 농가 포장 병해 방제를 위해 중복기생균을 살포하였으며 해충 방제를 위한 농약 살포는 하지 않았다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

점박이용애를 효과적으로 방제하기 위한 시험에서, 칠레이리용애를 1회 방사할 경우 방사 4주째부터 점박이용애의 밀도가 올라가기 시작하였으며, 2회 방사시에는 7주 이후, 8주째부터 밀도 증가가 이루어 졌다. 그러나 3회 방사하였을 때에는 조사기간 동안 점박이용애 밀도를 10마리 내외로 일정하게 유지시킬 수 있었다(Fig. 1). 또한, 천적의 적정 방사량 구명 시험에서 칠레이리용애의 방사량을 1,000마리로 하였을 경우에는 생육 후기에 점박이용애의 밀도가 증가하여 방제효과가 낮았으며, 3,000마리를 방사하는 경우 2,000마리를 방사하는 경우와 비슷한 밀도를 유지하는 것으로 보아 칠레이리용애를 2,000마리 방사하는 것으로도 점박이용애의 밀도를 충분히 억제할 수 있었다(Fig. 2). 점박이용애 방제는 딸기 재배 초기에 천적을 방사하여야 효과적인데, Waite(1988)는 딸기재배에서 점박이용애 밀도가 낮을 때 칠레이리용애를 방사하여야 효과적이라고 보고한바 있으며, Bonomo 등(1991)도

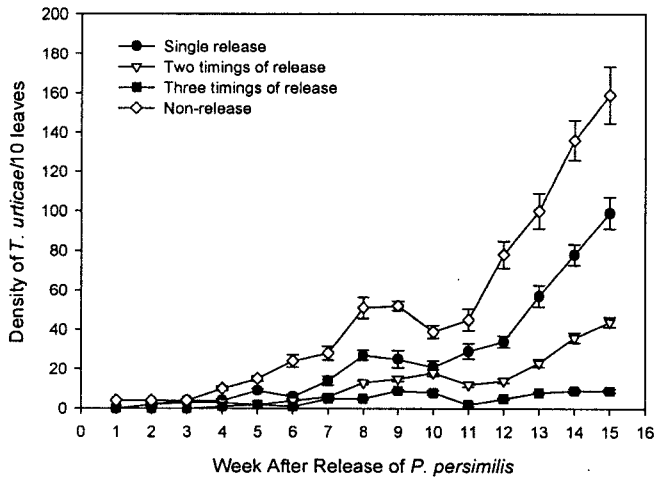


Fig. 1. Population fluctuation of *T. urticae* after release of *P. persimilis* in sustainable strawberry fields.

점박이용애 밀도가 엽당 1~2마리일 때 천적을 방사하여야 한다고 보고하였다. 또한 방사량은 천적 : 점박이용애 비율을 1 : 10(Bonomo 등, 1991) 또는 1 : 20에서 1 : 30(Kismali 등, 1999)이라는 보고가 있어 칠레이리용애를 효과적으로 이용하기 위해서는 점박이용애 밀도가 낮을 때 방사하여야 함을 알 수 있었다.

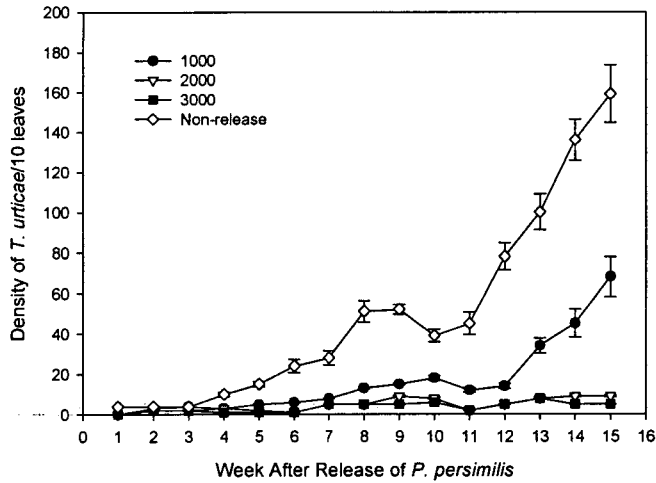


Fig. 2. Population fluctuation of *T. urticae* after different released number of *P. persimilis* in sustainable strawberry fields.

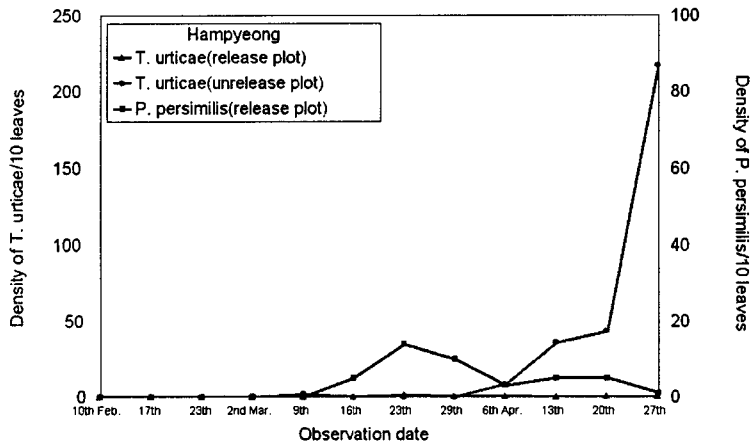


Fig. 3. Populational fluctuation of *T. urticae* on sustainable strawberry(CV : Yeohong) in Hampyeong farmer's fields after release of *P. persimilis*.

함평의 정병환 농가는 조사초기에는 점박이용애의 발생이 거의 이루어지지 않았다(Fig. 3). 그러나 3월 중순부터 칠레이리용애의 밀도가 증가하고 있는 것으로 보아 3월 중순 이후

의 점박이용애를 억제하고 있는 것으로 볼 수 있었다. 칠레이리응애는 4월부터 밀도가 증가하기 시작하여 중순이후에는 20마리에서 80마리까지 증가하여 점박이용애 밀도를 억제시켰다. 무처리구에서는 4월에 급격히 밀도가 증가하여 천적 처리구와 비교되었다. Gauthier 등(1998)은 칠레이리응애를 2회 방사하는 경우 4~5주 후에 점박이용애의 밀도가 감소한다고 보고하였는데 본 시험에서는 3회를 방사하여 조금 더 빨리 밀도 억제 효과를 볼 수 있었다.

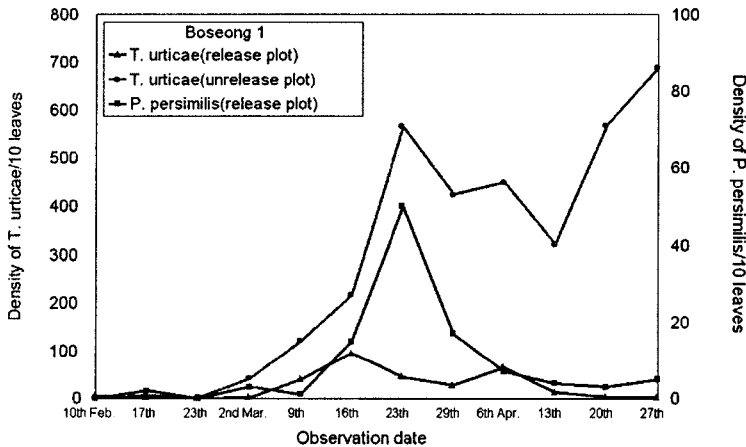


Fig. 4. Populational fluctuation of *T. urticae* on sustainable strawberry(CV: Yukbo) in Boseong first farmer's fields after release of *P. persimilis*.

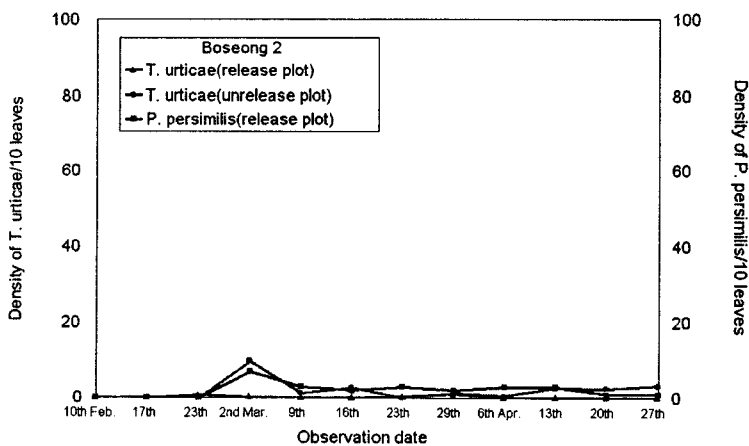


Fig. 5. Populational fluctuation of *T. urticae* on sustainable strawberry(CV: Bogyojosaeng) in Boseong second farmer's fields after release of *P. persimilis*.

보성지역에서 김용을 농가(보성 1농가)의 경우 점박이용애는 2월 하순부터 발생하기 시

작하여 함평지역보다 발생시기가 더 빨랐다. 보성 1농가에서는 3월 상순에 방사구의 점박이응애 밀도가 상승함에 따라 같이 상승하여 3월 하순에 칠레이리응애의 밀도가 10엽당 50마리까지 증가하였으며 이후 점박이응애의 밀도와 함께 떨어져서 일정한 수준을 유지하였다(Fig. 4). 보성 2농가(임찬진 농가)는 3월 상순에 점박이응애 밀도가 높아졌으나 이후 발생량이 미미하여 충분한 천적 방사효과를 얻을 수 없었다(Fig. 5). 칠레이리응애는 다른 포식자에 비해 포식력은 우수하지만 먹이가 부족한 경우에 생존력이 떨어지며(McMurtry, 1982), 한번의 방사보다는 수차례 방사하여야 효과적이라는 고(van Lenteren and Woets, 1988)가 있는데 본 시험에서도 일치함을 알 수 있었다. 보성 2농가의 평균 온도는 다른 농가의 중간 수준이었으나 최저습도는 다른 농가보다 10% 이상 차이가 났으며 12월부터 4월까지 계속 가장 낮은 습도를 유지하였다(Fig. 6). 이 농가의 경우 점박이응애의 밀도도 적었지만 비닐하우스의 습도가 너무 낮아 칠레이리응애가 충분히 증가할 수 없었던 것도 한 원인으로 추측되는데 Begljarow(1967)도 칠레이리응애가 높은 습도에 잘 적응한다고 언급한 바 있다.

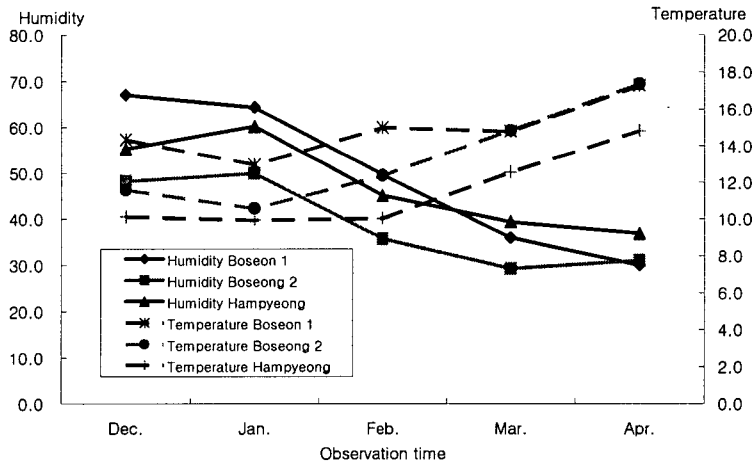


Fig. 6. Changes of average temperature and minimum humidity on plastic house of sustainable farm field during experiment.

점박이응애의 발생엽율을 보면 칠레이리응애 방사구에서는 높지 않았으나 무방사구에서는 초기 발생이 확인된 이후 계속 상승하여 10.5~75.5%까지 올라갔다(Table 1). 특히 보성 1농가의 경우 지속적인 밀도 증가가 이루어져 5월에는 수확을 거의 할 수 없었다. 또한 천적방사구의 발생엽율도 3%로 높았는데 이시기에 천적을 방사하여도 3월 23일에는 20.5%까지 발생엽율이 올라가므로 초기에 정확한 예찰을 통하여 천적을 방사하여야 할 것이다. Spicciarelli 등(1992)은 점박이응애 밀도가 엽당 2마리, 전체 잎의 30%가 발생하였을 때 이리응애를 방사하기를 권하였다. Cakmak 등(2004)도 딸기 엽당 점박이응애가 2~3마리일 때

칠레이리용애를 방사하면 15~20일 후에 방제가 가능하며 추가적인 방사도 필요 없지만 엽당 11마리 이상 발생하는 경우 천적 방사는 효과가 없다고 지적한바 있다. 또한 김 등 (2001)은 점박이용애의 초기 밀도가 낮으면 2~5월까지 낮은 밀도를 유지하지만 초기 밀도가 높으면 농약을 살포하더라도 계속적으로 밀도가 높아져 담양지역에서 피해엽율이 33%, 밀양은 35%, 논산은 96%까지 높아진다고 보고하여, 본 시험의 결과로 보아 최소 3% 이내 일 때 천적의 투입이 이루어 져야 할 것으로 판단되었다.

Table 1. Changes of occurred leaf ratio of *T. urticae* after release of three timings of *P. persimilis* on sustainable strawberry fields.

Date	Hampyeong		Boseong 1		Boseong 2	
	Release	Non-release	Release	Non-release	Release	Non-release
Feb. 10	0	0	3.0	0	0	0
Feb. 17	0	0	4.0	3.5	0	0.5
Feb. 23	0	0	1.0	5.5	0.5	0
Mar. 2	0	1.0	1.0	12.0	0.5	13.5
Mar. 9	0	0.5	12.0	16.5	0	2.5
Mar. 16	0	0	5.0	22.5	0	4.5
Mar. 23	1.5	0	20.5	29.5	2.5	0
Mar. 29	1.0	0	5.5	58.0	1.5	3.5
Apr. 6	4.5	10.5	15.5	59.5	0	2.0
Apr. 13	0	6.0	10.0	55.0	0	6.5
Apr. 20	2.5	23.5	3.6	68.5	0	6.8
Apr. 27	1.5	45.0	2.5	75.5	0	10.5

IV. 적 요

전남지역 딸기 친환경재배농가에서 큰 피해를 주고 있는 점박이용애를 방제하기 위해 천적인 칠레이리용애의 방사량과 횟수를 검정하고, 농가에서의 실증효과를 시험하였다.

칠레이리용애를 1회 방사하였을 때 방사 4주째부터 밀도가 올라가기 시작하였으며, 2회 방사시에는 7주 이후 8주째부터 밀도 증가가 이루어 졌다. 그러나 3회 방사하였을 때에는 조사기간 동안 점박이용애 밀도를 10마리 내외로 일정하게 유지시킬 수 있었다. 또한 칠레이리용애의 방사량도 1,000마리인 경우에는 생육 후기에 점박이용애의 밀도가 증가하여 방제효과가 낮았으며, 3,000마리를 방사하는 경우에는 2,000마리 처리구와 비슷한 밀도를 유지하는 것으로 보아 천적을 2,000마리 방사하여 점박이용애를 충분히 억제할 수 있었다.

함평 농가실증 시험의 무방사구에서 점박이용애는 3월 하순부터 발생하기 시작하여 이후 급격한 밀도 증가가 이루어졌다. 방사구에서는 칠레이리용애 밀도가 지속적으로 유지되어 점박이용애 밀도를 억제하였다. 보성 농가에서는 3월 상순에 방사구의 점박이용애 밀도가 상승함에 따라 칠레이리용애 밀도도 함께 상승하여 3월 하순에는 10엽당 50마리까지 증가하였다. 발생엽율은 천적 방사구에서는 높지 않았으나 무방사구에서는 초기 발생이 확인된 이후 계속 상승하여 10.5~75.5%까지 올라갔다.

[논문접수일 : 2006. 7. 2. 최종논문접수일 : 2006. 9. 3.]

참 고 문 헌

1. Battablia, D., Borriello, and R. Spicciarelli. 1990. Biological control *Tetranychus urticae* Koch by *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot on protected strawberry in the Metapontum area. *Informatore fitopatologico* 40: 44-46.
2. Begljarow, G. A. 1967. Ergebnisse der untersuchungen und der anwendung von *Phytodeiulus persimilis* Athias-Henriot(1957) biologische bekämpfungsmittel gegen spinnmilben in der sowjetunion. *Nachrichtenblatt des Pflanzenschutzdienstes* 21(47): 197-200.
3. Bonomo, G., G. Catalano, V. Maltese, and S. Sparta. 1991. Biological and integrated control experiments in Marsalese strawberry crops. *Informatore Agrario* 47: 97-100.
4. Butcher, M. R., D. R. Penman, and R. R. Scott, 1989. The relationship between two-spotted spider mite and strawberry yield in Canterbury. *New Zealand Journal of Experimental Agriculture*. 15: 367-370.
5. Cakmak I., H. Baspinar and N. Madanlar. 2004. Control of the carmine spider mite *Tetranychus cinnabarinus* Boisduval by the predatory mite *Phytoseiulus persimilis* (Athias-Henriot) in protected strawberries in Aydin, Turkey. *Turk J. Agric. For.* 29: 259-265
6. Cho, J. R., G. J. Hong, B. R. Choi, S. K. Lee, G. S. Lee, J. K. Yoo, and J. W. Lee. 1995. The inhibition effect of the two-spotted spider mite population density by using the introduced Predacious mite (*Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot) and effect of several pesticides to the predacious mite. *RDA. J. Agri. Sci.* 37(1): 340-347.
7. Force D. C. 1967. Effect of Temperature on biological control of two-spotted spider mites by *Phytoseiulus persimilis*. *J. Econ. Entomol.* 60(5): 1308-1311.
8. Fournier, D., P. Millot and Pralavorio. 1985. Rearing and mass production of the predatory

- mite *Phytoseiulus persimilis*. Entomol. exp. appl. 38: 97-100
9. Gauthier, C., C. Trouve and A. C. Crepin. 1998. Integrated control trial against the yellow mite *Tetranychus urticae* in strawberry cultivation in northern France. First transnational workshop on biological, integrated and rational control: status and perspectives with regard to regional and European experiences, Lille, France (21-23 January), 25-26.
 10. Hamamura, T., N. Shinkaji, and W. Ashihara. 1976. The relationship between temperature and developmental period and oviposition of *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot (Acarina : Phytoseiidae). Bull. fruit tree res. Stn., Japan, E. 1: 117-125.
 11. Helle, W. and M. W. Sabelis. 1985. Spider mites: The biology, natural enemies and control. Vol 1B. Elsevier, Amsterdam, The Netherlands.
 12. Kim Y. H. 1998. Control of mite using *Phytoseiulus persimilis*. pp. 135-151. Understand and use of natural enemies. 255p.
 13. Kim, Y. H., J. H. Kim and S. G. Park. 2001. Occurrence of two-spotted spider mite on strawberry in commercial vinyl greenhouses. Kor. J. Entomology. 31(2): 139-142.
 14. Kismali, N. Madanlar, Z. Yoldas and A. G.I. 1999. izmir (Menemen) de ortu alti colek yetistiriciliginde kirmiziorumceklere karsi avci akar *Phytoseiulus persimilis* A.-H. (Acarina : Phytoseiidae) in uygulanma olanaklari Turkiye 4. Biyolojik M.cadele Kongresi Bildirileri, (26-29 Ocak), Ent. Der. Yay. No: 9, Adana, 201-214.
 15. Laing J. E. 1968. Life history and life table of *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot. Acarologia. 10: 578-588.
 16. McMurtry, J. A. 1982. The use of phytoseiids for biological control; Progress and future prespects, Div. Agric. Sci. Univ. Calif. Spec. Publ. 3284: 23-48.
 17. Ministry of Agriculture and Forestry. 2004. Major statistics of agriculture in Korea. 495pp.
 18. Mori H. and Y. Saito. 1979. Biological control of *Tetranychus urticae* Koch (Acari : Trtranychidae) populations by three species of phytoseiid mites (Acarina : Phytoseiidae). J. Fac. Agric. Hokkaido Univ. 59: 303-311.
 18. Spicciarelli, R.D. Battaglia, and A. Tranfaglia. 1992. Biological control of *Tetranychus urticae* with *Phytoseiulus persimilis* on strawberry. Informatore Agrario 48, 11: 59-62.
 19. van Lenteren J. C. and J. W. Woets. 1988. Biological and integrated pest control in greenhouses. Ann. Rev. Entomol. 33: 239-269.
 20. Waite, G. K. 1998. Integrated control of *Tetranychus urticae*3 in strawberries in Southeast Queensland. Experimental and Applied Acarology. 5: 23-32.