

오이에서 꽃노랑총채벌레(*Frankliniella occidentalis*)의 생물적 방제를 위한 지중해이리응애(*Amblyseius swirskii*) 적용 효과

김황용* · 김정환 · 강승호¹ · 이용휘 · 최만영

농촌진흥청 국립농업과학원 곤충산업과, ¹(주) 한국유용곤충연구소

Biological Control of *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae) on Cucumber, using *Amblyseius swirskii* (Acari: Phytoseiidae)

Hwang-Yong Kim*, Jeong-Hwan Kim, Seung-Ho Kang¹, Yong-Hwi Lee and Man-Young Choi

Applied Entomology Division, National Academy of Agricultural Science, Rural Development Administration, Suwon 441-707, Korea

¹Korea Beneficial Insects Lab. Co. Ltd. Anseong, 456-910, Korea

ABSTRACT : By releasing predatory mite, *Amblyseius swirskii* Athias-Henriot, with 25 individuals per cucumber plant in a commercial greenhouse (1,600 m²), the population of western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* (Pergande), was kept under the economic threshold level. The initial thrips population of 18.3 individuals per leaf decreased to 2.1 individuals per leaf after four weeks, while the number of *A. swirskii* reached to 16.6 individuals per leaf. It was also observed that at a point where the thrips occurred in high density of about 34.3 individuals per leaf, *A. swirskii* population built up on the lower part of cucumber plant first, but as time passed the predatory mites moved upward to the top of the plant and aggregated.

KEY WORDS : *Amblyseius swirskii*, *Frankliniella occidentalis*, Cucumber, Biological control, Natural enemy

초 록 : 꽃노랑총채벌레의 초기 밀도가 엽당 18.3마리에 이르는 1,600m² 규모의 오이 포장에서 지중해이리응애를 오이 한 주 당 25마리 정도 1회 방사한 결과, 경제적 피해 없이 꽃노랑총채벌레를 방제하는데 성공하였다. 지중해이리응애는 방사 후 4주 만에 엽당 16.6마리까지 증가한 반면, 꽃노랑총채벌레는 엽당 2.1마리로 급격히 감소하였다. 꽃노랑총채벌레의 초기 밀도가 엽당 34.3마리로 비교적 높았던 온실에서 수직분포의 변동을 관찰한 결과, 방사 초기에는 지중해이리응애가 오이 하엽에 주로 분포하다가, 후기에는 상위엽 쪽으로 이동하는 현상을 관찰하였다.

검색어 : 지중해이리응애, 꽃노랑총채벌레, 오이, 생물적 방제, 천적

꽃노랑총채벌레(*Frankliniella occidentalis* (Pergande))는 북아메리카 원산의 해충이지만, 현재는 전세계에 광범위하게 분포하고 있으며(Kirt and Terry, 2003), 우리

나라에서도 시설원에 작물에 흔하게 발생한다. 꽃노랑총채벌레가 오이 잎을 가해하면 광합성량이 줄어 생산량이 감소하며(Welter et al., 1990), 어린 오이 과실을

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

가해하면 기형과가 발생하여 상품성이 떨어지기 때문에(Rosenheim et al., 1990), 오이 재배를 할 때 각별한 주의가 필요하다. Steiner (1990)는 엽당 성충 1.7마리 또는 유충 9.5마리 이상이면 방제가 필요하다고 제안하였으며, Shipp 등(2000)은 오이에서의 꽃노랑총채벌레 경제적 피해허용 수준을 꽃당 3.0 내지 7.5마리로 제시하였다.

꽃노랑총채벌레는 발육단계 별로 서식 부위가 다르기 때문에 화학적 방제가 쉽지 않다. 식물 조직 속에 알을 낳고, 번데기 기간을 토양 속에서 보내기 때문에, 약제를 살포하여도 알과 번데기는 제대로 방제할 수 없다. 게다가 이미 꽃노랑총채벌레는 여러 종류의 살충제에 대해 저항성을 보이고 있기 때문에(Robb et al., 1995), 살충제 위주의 방제 전략은 탈피하는 것이 바람직하며, 천적을 이용한 생물적 방제를 그 대안으로 고려해 볼 필요가 있다.

우리나라의 꽃노랑총채벌레 생물적 방제 기술은 지난 몇 년 동안 비약적으로 발전해 왔다. 특히 농가 현장 실증 연구를 통하여 국내 토착종인 으름애꽃노린재(*Orius strigicollis* (Poppius))가 파리고추와 피망에 발생한 꽃노랑총채벌레를 방제하는데 탁월한 효과가 있음이 규명되었고(Kim et al., 2006), 도입종인 미끌애꽃노린재(*Orius laevigatus* (Fieber)) 또한 농가 현장 실증 연구를 통하여 착색단고추에서 효과가 뛰어남이 입증되었으며, 저자 일부가 관련 내용을 학술논문으로 정리하여 보고할 계획이다. 더욱이 애꽃노린재류는 총채벌레가 없어도 꽃가루만 먹고 발육이 가능하기 때문에 예방적 방사가 가능하다. 다만 오이에서는 으름애꽃노린재를 방사하여도 오이총채벌레를 방제하는데 만족할 만한 효과를 얻지 못하였는데(Kim et al., 2006), 아마도 잎을 즐겨찾지 않는 애꽃노린재의 행동습성과 더불어, 꽃가루가 거의 없는 재배 오이의 특성 또한 애꽃노린재 활용에 걸림돌이 된 것으로 판단된다. 유사한 연구 결과로 Chambers 등(1993) 또한 미끌애꽃노린재가 오이 포장에 쉽게 정착하지 않는다고 보고한 바 있다.

이와 같은 상황에서 애꽃노린재류의 대안으로 주목을 받고 있는 것이 포식응애류이다. 김 등(Kim et al., 2006)의 연구 결과에 따르면, 가을 작형 오이에 발생하는 오이총채벌레를 방제하는 데는 오이이리응애(*Neoseiulus cucumeris* (Oudemans))가 으름애꽃노린재보다 훨씬 효과적이다. 오이이리응애는 오이 잎의 온도가 24°C 조건일 때, 하루 평균 8개 이상의 꽃노랑총채벌레 1령 약충을 포식하고, 2개 정도의 알을 산란하는 것으로 알려져 있다

(Jones et al., 2005).

최근 Messelink 등(2006)은 오이이리응애보다 지중해 이리응애(*Amblyseius swirskii* Athias-Henriot)의 꽃노랑총채벌레 방제효과가 뛰어나다고 보고하였는데, 지중해 이리응애는 이미 국내에서 담배가루이(*Bemisia tabaci* (Gennadius)) 방제용 천적으로 널리 유통 중이므로, 오이에서 꽃노랑총채벌레 방제용으로 손쉽게 사용할 수 있을 것으로 기대된다. 하지만 Messelink 등(2006)의 실험은 18 m² 정도의 좁은 면적에서 이루어진 것이기 때문에, 우리 농업현장에 적용하기 위해서는 좀 더 넓은 면적에서 신뢰할 만한 자료를 확보할 필요가 있다고 판단하였다. 이번 연구는 재배면적이 1,600 m² 규모에 이르는 농가 포장에서 수행한 것으로서, 지중해이리응애의 꽃노랑총채벌레 방제효과를 현장에서 입증하는데 의의가 있다.

재료 및 방법

포장 관리

경기도 평택시 건산리에 있는 2,500 m² 규모의 오이 온실에서 조사를 실시하였다. 온실은 아취형 6연동식 비닐하우스로 조성되었으며, 각 동 별로 65 m×6 m의 면적에 작물을 식재하였다. 오이의 전작물로 시금치를 재배하였으며, 오이를 아주심은 날짜는 동별로 차이가 있었다. 실험 대상인 4개동은 2008년 4월 10일에 아주심었고, 나머지 2개동은 5월 초순에 아주심었다. 재배 품종은 조은 백다다기를 이용하였으며, 동당 1,000주 정도를 심었다. 노동력을 아끼기 위하여, 줄내림을 하는 대신 다자란 오이의 순을 자르는 농법을 채택하였으며, 순자르기는 6월 초순에 하였다.

천적 방사 및 효과 조사

상업적으로 유통되는 지중해이리응애 100,000 (4병) 마리를 포장 전체에 균일하게 방사하였다. 병을 가볍게 툭툭 쳐서 충진제와 함께 조금씩 오이 하엽에 떨어뜨리는 방법을 이용하였다. 지중해이리응애는 1회 방사하였으며, 꽃노랑총채벌레 방제 목적으로 다른 방제 수단을 동원하지 않았다. 지중해이리응애 방사 직후인 2008년 5월 16일부터 6월 20일까지 주 1회씩 6회 조사를 실시하였다. 한 동에 조사 지점을 5곳 선정한 후(Fig. 1), 각

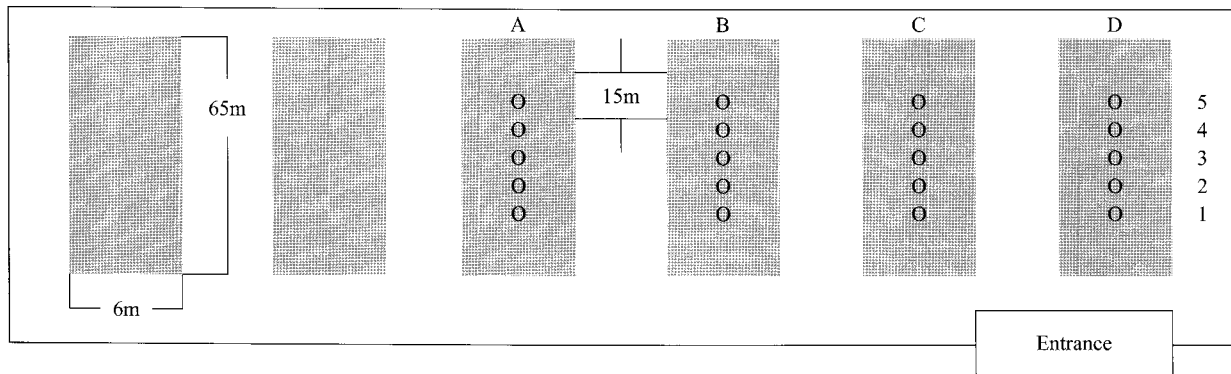


Fig. 1. Arrangement of observation points in the commercial greenhouse at Pyeongteak in Gyeonggi province, 2008.

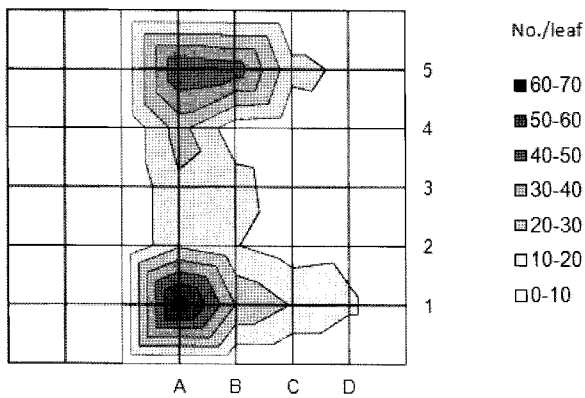


Fig. 2. Initial population density of *Frankliniella occidentalis* in the greenhouse. Observation points were shown in Fig. 1.

지점 별로 1주씩 고정 조사를 실시하였다. 오이 주내에 존재하는 모든 지중해이리응애와 꽃노랑총채벌레의 개체수를 집계하였는데, 돋보기($\times 10$ 배 이상)를 활용한 육안관찰법을 이용하였다.

꽃노랑총채벌레의 밀도가 가장 높았던 A동(Fig. 2)에서는 지중해이리응애의 수직 공간분포의 변화를 파악하기 위하여 엽위별로 밀도변동을 조사하였다. 길이가 5 cm 이상인 잎 중에서 최상위 엽을 1번엽으로 정하고 아래 방향으로 번호를 증가시켜가며 조사를 실시하였으며, 지중해이리응애의 밀도가 충분히 형성되기 시작한 천적 방사 후 2주째의 자료와 지중해이리응애의 밀도가 꽃노랑총채벌레의 밀도를 앞지르기 시작한 천적 방사 후 4주째의 자료를 비교 분석하였다.

기타 병해충 관리

유기농 재배 농가로서 살충제와 살균제를 사용하지 않았으며, 친환경 자재 또한 이용하지 않았다. 조사 시

기 이전에는 해충관리를 위해 별도의 조치를 취하지 않았으며, 목화진딧물 방제를 위해 천적유지식물(보리)과 함께 콜레마니진디벌(*Aphidius colemai* Viereck)을 방사하였다. 포장 일부에서 흰가루병이 발생하였는데, 흰가루병의 진전을 막기 위하여 포장에 물을 대서 습도를 높여주었으며, 무인방제기를 이용하여 물을 엽면 살포하였다. 통풍을 원활하게 하기 위하여 1동에 3개씩 환기팬을 설치하여 운영하였다.

결과 및 고찰

꽃노랑총채벌레 방제 목적으로 지중해이리응애를 방사한 직후, 이들 두 종의 포장밀도를 조사하였다. 그 결과, 천적 방사 효과가 나타나기 이전의 꽃노랑총채벌레 발생 상황을 파악하는 동시에 지중해이리응애가 제대로 방사되었는지 평가할 수 있었다.

꽃노랑총채벌레의 초기 밀도는 엽당 18.3마리에 이르러서, Steiner (1990)가 방제가 필요하다고 제안한 밀도를 훨씬 상회하고 있었다. 특히 발생밀도가 가장 높았던 A동의 경우에는 평균밀도가 엽당 34.3마리에 이르렀으며, 국지적으로 엽당 66.7마리까지 기록되었다. 나머지 B동은 20.4마리, C동은 7.9마리, D동은 7.6마리로 조사되어, 포장 전체적으로 방제가 시급한 상황이었다 (Fig. 2).

방사 직후 지중해이리응애의 밀도는 엽당 1.4마리 정도였다. 주당 밀도로 환산하면 평균 10마리 이상이 된다. 전체 오이를 4,000주라고 하였을 때, 지중해이리응애 방사 물량 대비 40% 이상이 성공적으로 정착한 것으로 판단된다. 육안으로 관찰한 활력은 정상적이었다.

지중해이리응애의 밀도는 방사 1주일 만에 두 배인

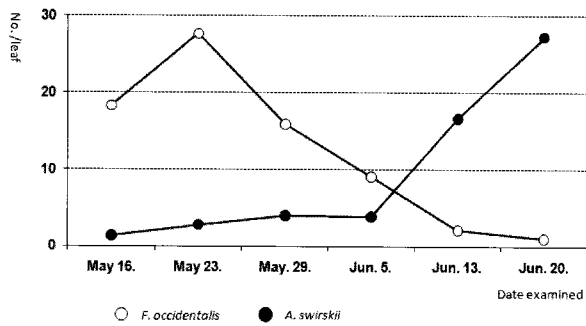


Fig. 3. Population dynamics of *Frankliniella occidentalis* and *Amblyseius swirskii*, after even release of 25 individuals of *Amblyseius swirskii* on each plant on May 16.

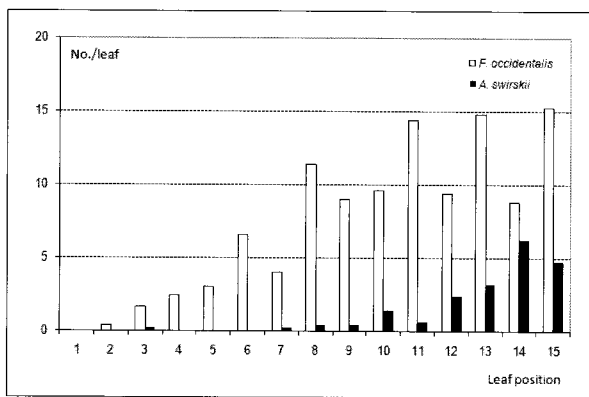


Fig. 4. Vertical distribution of *Frankliniella occidentalis* larvae and mobile *Amblyseius swirskii* on cucumber on 29th May, two weeks after release of *Amblyseius swirskii*. A larger number in the leaf position indicates the lower position of a leaf in a plant.

엽당 2.8마리까지 증가하였지만, 꽃노랑총채벌레의 밀도는 줄어들지 않고 오히려 엽당 27.7마리까지 증가하였다. 방사 2주 후에는 꽃노랑총채벌레의 밀도가 급격히 감소하였으며, 방사 4주 후에는 지중해이리응애의 증가와 더불어 꽃노랑총채벌레의 밀도와 지중해이리응애의 밀도가 역전되는 현상이 발생하였다(Fig. 3). 이때 지중해이리응애의 밀도는 엽당 16.6마리까지 증가한 반면, 꽃노랑총채벌레의 밀도는 엽당 2.1마리까지 감소하였다.

결과적으로 꽃노랑총채벌레는 오이 생산량과 품질에 큰 영향을 미치지 않았다. 5월 18일에 첫 수확을 하여 7월 초까지 수확을 지속하였는데, 전체 생산량은 30개/m² 이상으로 추정되며, 개당 450원에서 700원 사이의 가격으로 출하되었다. 단위면적 당 지중해이리응애 방사 비용이 64원/m²이었으므로, 방제비용이 매출량에서 차지하는 비중은 0.3~0.4%에 불과한 것으로 추산된다.

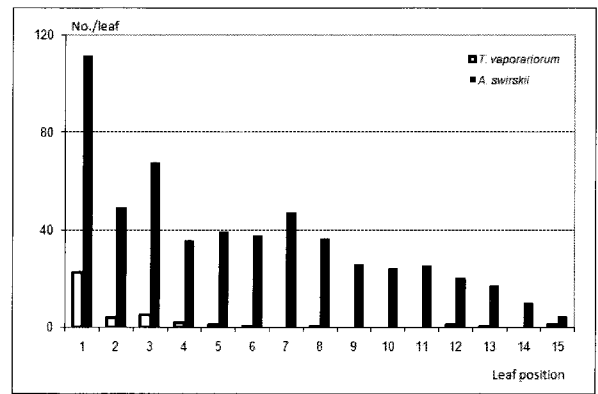


Fig. 5. Vertical distribution of adult *Trialeurodes vaporariorum* and mobile *Amblyseius swirskii* on cucumber on 13th June, four weeks after release of *Amblyseius swirskii*. A larger number in the leaf position indicates the lower position of a leaf in a plant.

지중해이리응애 수직 분포를 관찰하던 중 흥미로운 사실을 발견할 수 있었다. 꽃노랑총채벌레의 밀도가 상대적으로 높았던 A동의 경우 지중해이리응애 방사 2주 후의 수직분포와 4주 후의 수직분포 사이에 급격한 변동이 관찰되었다. 방사 2주 후에는 지중해이리응애가 하위엽에 집중분포하고 상위엽으로 올라갈수록 급격히 밀도가 줄어드는 분포를 보였지만(Fig. 4), 방사 4주 후에는 정반대로 지중해이리응애가 상위엽에 집중분포하고 하위엽으로 갈수록 밀도가 줄어드는 분포를 보였다(Fig. 5).

위와 같은 현상은 지중해이리응애 자체의 특성이라기 보다는 먹이의 분포와 관련이 깊은 것으로 보인다. 방사 2주 후를 전후하여 지중해이리응애는 주로 꽃노랑총채벌레 약충을 먹이로 섭취하였을 것으로 추정되는데, 지중해이리응애 뿐만 아니라 꽃노랑총채벌레 약충 또한 하엽 쪽에 많이 분포하고 상위엽 쪽으로 갈수록 줄어드는 경향을 보였다(Fig. 4).

한편 방사 4주 후를 전후한 시점에는 지중해이리응애가 꽃노랑총채벌레 약충 대신 주로 온실가루이(*Trialeurodes vaporariorum* (Westwood)) 알을 먹이로 섭취하였을 가능성이 높다. 천적 방사 2주 후의 온실가루이 성충 밀도는 주당 0.8마리에 불과하였지만, 방사 4주 후에는 주당 37.6마리까지 증가하였다. 지중해이리응애와 마찬가지로 온실가루이 성충 또한 상위엽에 집중적으로 분포하였는데(Fig. 5), 온실가루이의 알 또한 상위엽에 많았을 것으로 추정된다.

위에서 제시한 자료를 종합하여 판단해 볼 때, 지중해이리응애를 꽃노랑총채벌레 발생 포장에 치료목적으로

방사하여도 좋은 효과를 얻을 수 있다. 오이에 총채벌레가 발생하였을 경우 지중해이리응애의 가루이 억제 능력이 높아진다는 Messelin 등(2008)의 보고와 일맥상통하는 자료로도 해석할 수 있지만, 지중해이리응애를 오이에 발생하는 가루이류를 대상으로 활용할 수 있는지에 대해서는 좀더 면밀한 포장 검증이 요구된다. 그리고 지중해이리응애를 오이에서 예방적으로 방사할 경우, 성공적으로 정착할 수 있는지에 대해서도 검토할 필요가 있다.

사 사

본 논문은 농촌진흥청 연구과제(천적을 이용한 담배가루이 방제기술 개발)를 수행하는 과정에서 얻은 결과를 바탕으로 작성되었습니다. 오이 온실에서 자유롭게 연구를 수행할 수 있도록 여러 가지로 배려해 주신 평택두레생협 조연상 선생님께 각별한 감사의 뜻을 표하며, 꽃노랑총채벌레 방제용 지중해이리응애의 효과적인 방사방법을 구상하기 위해 함께 머리를 맞대고 고민했던 주식회사 한국유용곤충연구소의 이형근 이사님에게도 감사의 마음을 전하고 싶습니다.

Literature Cited

- Chambers, R.J., S. Long and N.L. Helyer. 1993. Effectiveness of *Orius laevigatus* (Hem.: Anthocoridae) for the control of *Frankliniella occidentalis* on cucumber and pepper in the UK. *Biocontrol Sci. Techn.* 3: 295-307.
- Jones, T., J.L. Shipp, C.D. Scott-Dupree and C.R. Harris. 2005. Influence of greenhouse microclimate on *Neoseiulus (Amblyseius) cucumeris* (Acari: Phytoseiidae) predation on *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae) and oviposition on greenhouse cucumber. *J. ent. Soc. Ont.* 136: 71-83.
- Kim, J.-H., Y.-W. Byeon, Y.-H. Kim and C.-G. Park. 2006. Biological control of thrips with *Orius strigicollis* (Poppius) (Hemiptera: Anthocoridae) and *Amblyseius cucumeris* (Oudemans) (Acari: Phytoseiidae) on greenhouse green pepper, sweet pepper and cucumber. *Korean J. Appl. Entomol.* 45: 1-7.
- Kirt, W.D.J. and L.I. Terry. 2003. The spread of the western flower thrips *Frankliniella occidentalis* (Pergande). *Agr. and Forest Entomol.* 5: 301-310.
- Messelink, G. J., S.E.F. van Steenpaal and P.M.J. Ramakers. 2006. Evaluation of phytoseiid predators for control of western flower thrips on greenhouse cucumber. 2006. *BioControl* 51: 753-768.
- Messelink, G.J., R. van Maanen, S.E.F. van Steenpaal and A. Janssen. 2008. Biological control of thrips and whiteflies by a shared predator: two pests are better than one. *Biological Control* 44: 372-379.
- Robb, K.L., J. Newman, J.K. Virzi and M.P. Parrella. 1995. Insecticides resistance in western flower thrips. pp. 341-346. In *Thrips Biology and Management*, eds. by B.L. Parker, M. Skinner and T. Lewis. 652 pp. Plenum Press, New York and London.
- Rosenheim, J.A., S.C. Welter, M.W. Johnson, R.F. Mau and L.R. Gusukuma-minuto. 1990. Direct feeding damage on cucumber by mix-species infestations of thrips palmi and *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae). *J. Econ. Entomol.* 83: 1519-1525.
- Shipp, J.L., K. Wang and M.R. Binns. 2000. Economic injury levels for western flower thrips (Thysanoptera: Thripidae) on greenhouse cucumber. *J. Econ. Entomol.* 93: 1732-1740.
- Steiner, M.Y. 1990. Determining population characteristics and sampling procedures for the western flower thrips (Thysanoptera: Thripidae) and the predatory mite *Amblyseius cucumeris* (Acari: Phytoseiidae) on greenhouse cucumber. *Environ. Entomol.* 19: 1605-1613.
- Welter, S.C., J.A. Rosenheim, M.W. Johnson, R.F.L. Mau, and L.R. Gusukuma-Minuto. 1990. Effects of *Thrips palmi* and western flower thrips (Thysanoptera: Thripidae) on yield, growth, and carbon allocation patterns in cucumbers. *J. Econ. Entomol.* 83: 2092-2101.

(Received for publication May 30 2009;
revised August 27 2009; accepted September 17 2009)