

콩 및 녹두에서 톱다리개미허리노린재 [*Riptortus clavatus* (Thunberg)] (노린재목: 호리허리노린재과)의 산란선호성

정진교* · 서보윤 · 문중경 · 박종호¹

국립식량과학원, ¹국립농업과학원

Oviposition Preference of The Bean Bug, *Riptortus clavatus* (Thunberg) (Hemiptera: Alydidae), on Soybean and Mungbean Plants

Jin Kyo Jung*, Bo-Yoon Seo, Jung-Kyeong Moon and Jong-Ho Park¹

National Institute of Crop Science, RDA, 209 Seodun-dong, Suwon 441-851, Korea

¹National Academy of Agricultural Science, 249 Seodun-dong, Suwon 441-851, Korea

ABSTRACT : Oviposition preference of the bean bug, *Riptortus clavatus* to sites on a plant and within a field, to plants at different developmental stages, and to different leguminous germplasms was observed. The insect laid its eggs mainly on the back surface of leaf in the upper half of plant in both observation from oviposition cage and soybean field. The egg number in fields were observed at a statistically-same rate in marginal and inside area, and at a median value of one egg per leaf in oviposited leaves. Full seed stage of soybean hardly affected oviposition preference of the insect. A statistically-significant difference in oviposition to different leguminous germplasms was observed.

KEY WORDS : *Riptortus clavatus*, Oviposition preference, *Glycine max*, *Vigna radiata*

초 록 : 콩과 녹두를 대상으로 한 두과작물에 대한 톱다리개미허리노린재의 산란선호성을 검정하였다. 톱다리개미허리노린재는 식물체 상부와 잎의 뒷면에 주로 산란하였으며, 포장 내에서는 가장자리와 안쪽에 관계없이 균등한 산란비율을 나타냈고, 산란된 잎의 대부분에서는 한 잎에 한 개의 알이 관찰되었다. 또 콩의 개화 전과 개화 후에 산란비율에 차이가 없었다. 한편 여러 유전자원에 대한 산란선호성도 다른 것으로 나타났다.

검색어 : 톱다리개미허리노린재, 산란선호성, 콩, 녹두

국내 콩(*Glycine max* (L.) Merrill) 포장에서 꼬투리의 주요 해충인 톱다리개미허리노린재(*Riptortus clavatus* (Thunberg))는 콩 재배시기 중 개화기를 제외한 생식생장기에 전반에 걸쳐 콩 꼬투리에 피해를 입힌다(Son *et al.*, 2000; Higuchi, 2001; Lee *et al.*, 2004; Jung *et al.*, 2005a). 이 곤충은 봄에 월동에서 깨어난 성충들이 적당한 기주식물들을 섭식하며 일년 2~3세대 경과하는 것으로 추정되

고 왔고(Numata and Hidaka, 1982; Kono, 1989; Lee *et al.*, 1997), 콩 포장에 침입하기 전까지는 다른 두과식물을 섭식하면서 생존할 것으로 추정되고 있으나 먹이식물과 생활사에 대한 뚜렷한 증거는 없다. 톱다리개미허리노린재는 성충으로 우화 후 성적으로 성숙하기까지 약 1주일의 시간이 걸리고(Sakurai, 1996), 콩 개화기에 성충보다는 알을 더 발견하기 쉬웠던 관찰 결과(Jung *et al.*, 2004)

*Corresponding author. E-mail: jungjk@rda.go.kr

로부터, 개화기 꼬투리를 섭식하기 위해 외부로부터 콩 포장 안으로 이입하여 들어오는 개체들의 높은 비율이 이미 교미를 경험한 것으로 추정되어 왔다. 즉 성충들은 콩 포장에 침입한 후 바로 산란을 시작하여 알의 밀도도 종실비대성기까지 증가하는 성충 밀도변동 양상과 유사하게 증가하는 것으로 보인다. 육안관찰에 의해서는 대체적으로 성충보다 알이 먼저 발견되어 상대적으로 성충관찰이 어렵다는 것을 나타내는데(Jung *et al.*, 2004), 이는 성충이 활발하게 이동하여 고정된 자리에 오래 머물지 않는 것 때문으로 추정된다. 따라서 알의 존재여부와 양을 관찰하는 것은 콩 포장에 톱다리개미허리노린재가 이입된 시점과 당시의 밀도를 추정하는데 도움이 될 것으로 보인다. 콩 포장에서 톱다리개미허리노린재 알을 관찰하기 위해서는 콩에 대해서 이 곤충이 산란하는 습성을 알아야 하는데, 대상으로 하는 습성에는 이 곤충이 산란을 선호하는 식물체 기관과 식물발육단계, 조사단위당 산란수 및 포장 내에서의 위치 등이 포함될 수 있으며, 본 연구를 통해 그 내용을 뚜렷하게 밝히고자 하였다. 또 산란을 유인하는 요인의 하나로 식물체 종내 변이를 들 수 있다. 인간이 더 좋은 형질의 품종을 육성해 오면서 어떤 품종의 형질들은 의도하지 않았지만 곤충의 입장에서 볼 때는 중독변식에 더 유리하거나 불리한 요인을 제공해 줄 수 있다. 따라서 여기에서는 몇 개의 콩 및 녹두 유전자원들을 갖고 톱다리개미허리노린재의 산란선호성에 차이가 있는가를 간단히 조사하였다.

재료 및 방법

실내관찰

실험곤충

실내관찰에 실험에 이용된 톱다리개미허리노린재는 1997년부터 야외에서 채집하여 국립식량과학원에서 누대사육하는 개체군이였다. 사육집단의 유전적 다양성을 유지시키기 위해 해마다 여름철 콩 포장에서 비정기적으로 채집한 개체들이나 영남농업연구소와 호남농업연구소에서 분양받은 개체들을 넣어 주었다. 실험곤충은 온도 $25\pm 2^{\circ}\text{C}$, 상대습도 $60\pm 10\%$, 광조건 16L/8D의 곤충사육실 안에서 먹이로는 주로 장류콩 종자와 콩 유포, 증류수와 10% 설탕물을 공급하면서 사육하였다. 실험의 모든 처리에는 우화 후 한 달 이상 지난 성충들을 무작위로 채취하여 각 처리별로 암수 구분 없이 100마리 정도의 개체를 사용하였다.

콩 품종

실내실험에 이용된 두과유전자원들은 7개의 콩 유전자원(PI229358, PI227687, PII71451, 태광콩, 대원콩, 황금콩, 신파달콩2호)과 2개의 녹두품종(장안녹두, 선화녹두)으로 전부 9종의 품종이 이용되었다. 이들은 작물과학원 내 유리온실 내에서 포트(직경 9 cm)에 재배되었고 필요에 따라 사용되었다.

산란선호성

위 9개 품종에 대한 산란선호성을 조사하였다. 아크릴상자(80×50×55 cm)에 개화 전 상태의 포트 묘를 품종당 하나씩 임의배치하고, 상자 안에 별도로 성충 먹이로서 페트리접시에 담은 콩 종자를 같이 넣어준 다음 톱다리개미허리노린재 성충을 방사하였다. 상자는 곤충 사육실 안에서 유지하고 1일 혹은 2일 후에 상자 안에 산란된 알 수를 조사하였다. 실험곤충이 상자 안에서 내벽 등 식물체 이외의 부분에도 산란하였기 때문에, 식물체별 별도로 분석한 자료 이외에 식물체별 포트 벽과 받침, 공급된 먹이, 상자의 벽, 낙엽 등 각 산란 부위에 따른 산란수 차이도 분석하였다. 식물체에 대해서는 식물체 높이를 반으로 나누어 상단과 하단부분으로 분리하여 산란비율을 분석하거나, 잎과 줄기 및 잎의 앞과 뒷면에 산란된 알 수의 비율을 분석하였다. 각 자료는 분산분석을 하고, 평균간 비교는 Duncan의 다중검정 혹은 *T*-검정을 실시하였다.

콩 생육시기에 대한 산란선호성: PII71451을 이용하여 개화 전과 개화 후(착형성기-종실비대성기)의 콩 생육단계 따른 산란 선호성을 조사하였다. 두 생육단계 한 쌍씩의 포트와 실험곤충 성충을 상자에 넣고 2-4일 후 산란수를 조사하였다. 평균간 비교는 *T*-검정을 실시하였다.

야외관찰

야외에서 콩에 산란된 톱다리개미허리노린재 알 조사는 2003년 경기도 수원과 화성, 연천, 충북 음성, 충남 예산의 포장에서 콩 개화기 이후 실시되었다. 수원에 위치한 포장에서는 포장 안 식물체를 무작위로 택하여 식물체 전체를 관찰하였고, 다른 지역의 포장들에서는 사각형 포장 당 대각선 방향으로 포장 바깥으로부터 5 m 안쪽의 귀퉁이 2곳과 외곽선으로부터 5 m 안쪽의 2곳, 포장 안으로 5 m 이상 들어간 안쪽 4곳 등 모두 8군데를 임의로 선정하여 골을 따라 1.5 m 길이로 지나면서 골 양쪽 두개의 열에 자란 식물체의 지상부에 붙어있는 알의 수를 모두 육안으로 조사하였다. 앞당 산란수, 식물체 내 산란부위,

포장 내 분포비율이 분석되었다. 분석자료별 평균간 비교에는 *T*-검정을 실시하였다.

결과 및 고찰

콩에 대한 산란선호성

산란상자 안에서 산란된 알이 부착된 부분에 대한 관찰 결과에서, 콩 유묘포트와 포트를 받친 접시에 가장 많이 산란하였고, 식물체에 직접 산란된 알의 비율은 그것보다 약간 작았다. 산란상자의 벽에 산란된 알의 비율도 식물체에 산란된 알의 비율과 비슷한 수준으로 많았다. 그러나 산란상자 바닥에 놓인 먹이인 종자에 직접 산란된 알의 비율과 떨어진 낙엽에 산란된 비율은 매우 낮았다 ($F_{4,59}=72.4$; $P<0.0001$)(Fig. 1). 이 결과는 톱다리개미허리노린재가 식물체 혹은 그 식물체에 가까운 장소에 많이 산란한다는 것을 나타내었다. 개화 전 콩의 각 기관부위에 대한 산란선호성 관찰결과에서는, 줄기보다 잎에 산란된 비율이 훨씬 높았고($F_{1,23}=357.25$; $P<0.0001$), 잎의 윗면 보다는 뒷면에 산란되는 비율이 유의하게 높았다($F_{1,23}=33.54$; $P<0.0001$)(Fig. 2). 식물체 높이를 반으로 나누어 산란비율을 산정하였던 두 번의 관찰결과는 모두 톱다리개미허리노린재가 식물체의 상단부분에 더 많이 산란하는 것으로 나타났다(Observation 1: $F_{1,15}=78.94$; $P<0.0001$; Observation 2: $F_{1,7}=69.77$; $P=0.0002$)(Table 1). 야외 콩 포장에서의 관찰결과는, 톱다리개미허리노린재의 알은 식물체 상부에 더 많이 산란되었고($F_{1,31}=463.44$; $P<0.0001$), 각 기관

별 산란비율에 대한 비교에서도 실내 관찰과 마찬가지로 다른 부분에 비해 잎에 훨씬 더 많이 산란되었다($F_{2,47}=3551.36$; $P<0.0001$). 잎 표면에는 역시 윗면보다는 뒷면에 유의하게 더 많이 산란되었다($F_{1,31}=35.13$; $P<0.0001$)(Fig. 3). 개화 전과 후 콩에 대한 곤충의 산란 선호성에는 통계적으로 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다($F_{1,5}=0.16$, $P=0.7602$)(Table 2). 한편 협비대기에 포장 내 산란된 자리는 가장 자리와 안쪽 사이에 유의한 차이가 나지 않았다($F_{1,8}=2.49$; $P=0.1535$)(Fig. 4).

포장에서의 잎당 산란수

산란된 잎들에서 부착된 알이 한 잎에 최대 10개까지 산란된 것이 관찰되었으나, 대부분 1개로 톱다리개미허

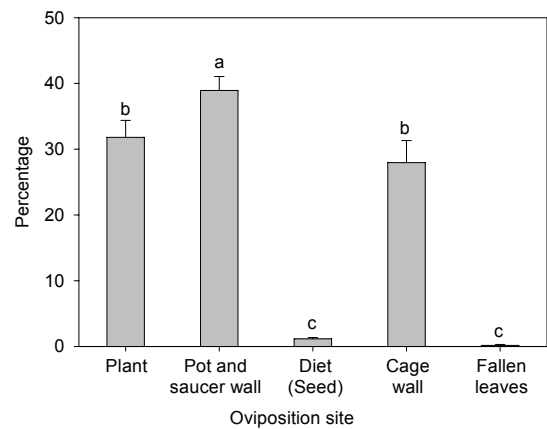


Fig. 1. Distribution of *Riptortus clavatus* egg in an oviposition cage (Duncan's multiple range test at $\alpha = 0.05$)

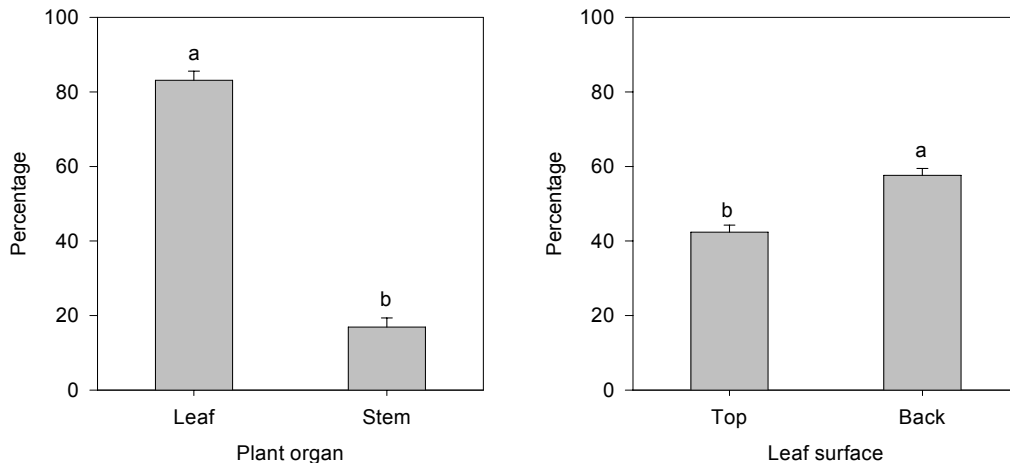


Fig. 2. Oviposition preference of *Riptortus clavatus* onto plant organ (left) and leaf surface (right) in an oviposition cage (*T*-test at $\alpha = 0.05$).

Table 1. Oviposition preference (%) of *Riptortus clavatus* to plant height in an oviposition cage.

Observation	Plant part (based on 50% height)	
	Upper	Lower
1	86.4±5.8 a*	13.6±5.8 b
2	81.3±5.3 a*	18.7±5.3 b

* T-test at $\alpha=0.05$

Table 2. Oviposition preference (%) of *Riptortus clavatus* to pre-flowering and post-flowering stages of soybean plants in an oviposition cage.

Pre-flowering	Post-flowering
52.3±13.9 a*	47.7±13.9 a

* Data was observed in three replicates and calculated from number of eggs per leaf, and the post-flowering time in those was full seed to beginning maturity stage (T-test at $\alpha=0.05$).

Table 3. Distribution of egg number in leaves oviposited by *R. clavatus* in soybean fields.

No. of Egg	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Statistics
No. of observed leaves	613	46	10	7	2	0	1	0	0	1	Average = 1.16 Median = 1 Variance = 0.46

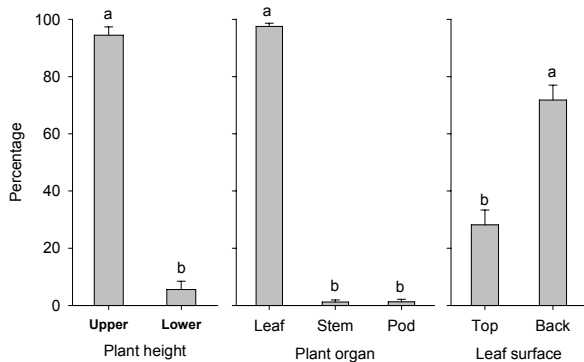


Fig. 3. Oviposition preference of *Riptortus clavatus* onto soybean in fields (T-test at $\alpha=0.05$).

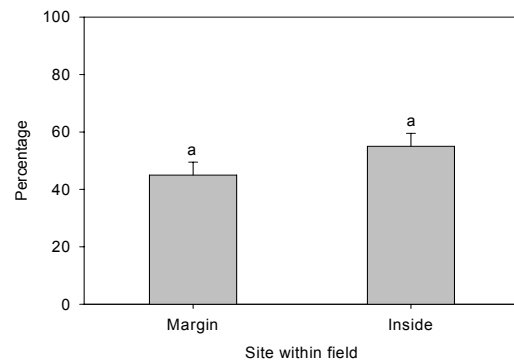


Fig. 4. Distribution of *Riptortus clavatus* egg within a soybean field (T-test at $\alpha=0.05$).

리노린재는 분산하여 알을 산란하는 것으로 나타났다 (Table 3).

두과 유전자원에 대한 산란선호성

산란상자에 콩과 녹두 유전자원 포트를 무작위로 배치한 산란선택 실험에서, 콩 유전자원인 PI171451에 산란된 알의 비율이 통계적으로 유의하게 높았고, 장안녹두에 대한 산란 비율이 가장 낮았다 ($F_{8,107}=6.85$; $P<0.0001$) (Fig. 5). 각 식물체를 담고 있는 포트와 포트받침에 산란된 알까지 포함시켜 비교하였을 때는 다른 품종보다 PI171451에 유의하게 많이 산란되었고, 다른 품종들 사이에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다 ($F_{8,107}=5.22$, $P<0.0001$). 장안녹두 종자는 톱다리개미허리노린재에 대해

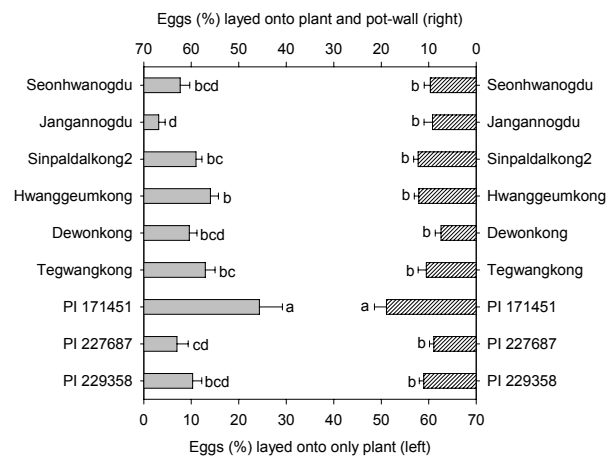


Fig. 5. Oviposition preference of *Riptortus clavatus* to leguminous germplasm in an oviposition cage (Duncan's multiple range test at $\alpha=0.05$).

강한 섭식저항성을 보이는데(Jung *et al.*, 2005b), 현재까지 이와 같은 섭식선호성이 산란선호성에 영향을 미친다는 구체적인 증거는 없으므로, 이에 대해서는 다시 검토할 예정이다. 한편 PII71451은 잎을 가해하는 해충들에 대해 저항성을 보유한 주요 유전자원으로 보고되고 있으나(All *et al.*, 1989; Luedders and Dickerson, 1977), 꼬투리를 가해하는 톱다리개미허리노린재에 대해서는 섭식저항성을 나타내지 않는다(Jung *et al.*, 2005b). PII71451에 대한 실험곤충의 산란선호성 원인에 대해서는 별도로 연구될 것이다.

이상의 실험 결과로부터 식물체부위에 대한 산란선호성 실내실험의 관찰 결과는 톱다리개미허리노린재가 콩 혹은 녹두에 산란할 경우, 주로 식물체 상부의 잎 뒷면에 많이 산란하는 것을 나타내었다. 이 결과는 콩 포장에서의 관찰 결과에서도 같은 경향을 보였다. 한편 포장 내에서는 가장자리에 약간 많이 산란하는 경향이 있었으나 통계적 처리결과로부터는 위치에 관계없이 골고루 산란한다고 판단할 수 있었다. 그러나 한 포장 내 식물체들을 임의로 선택하여 식물체 당 노린재류의 알의 분포정도를 보고한 연구(Kono, 1990)에서는 톱다리개미허리노린재 알이 포장 내에서 집중분포하는 경향이 있다고 하였다. 이런 차이는 관찰에 적용된 물리적 범위 차이에 기인할 수 있다고 추정되는데, 이후 더 검토하여 정확한 판단을 하여야 할 것으로 보인다. 한편 실내관찰에서 콩의 발육시기가 톱다리개미허리노린재 산란에 미치는 영향은 없는 것으로 나타났다는데, 이는 적어도 콩의 생식생장 단계 중의 꼬투리나 식물체의 생리적 변화가 본 해충의 산란에 미치는 영향이 적다는 것을 의미한다. 그러나 이 실험이 좁은 상자 내에서 행해진 것이기에 때문에 알을 하나씩 산란하는 본 해충의 산란습성을 고려하면 이 실험결과는 더 넓은 장소에서 재현하여 확인하는 것이 더 필요할 것으로 보인다. 단 식물체 부위의 알 분포양식으로부터 최종적인 산란처로서의 콩 꼬투리는 산란에 거의 영향을 미치지 않는다고 판단되었다.

사 사

본 연구에 실험곤충 실내개체군 보존에 도움을 준 영남농업연구소의 배순도 박사, 호남농업연구소의 백채훈 박사

에게 감사드린다. 이 연구는 농촌진흥청 작물과학원 연구비 지원(과제코드: 200403101011040과 200803101011422)에 의해 수행되었다.

Literature Cited

- All, J.N., H.R. Boerma and J.W. Todd. 1989. Screening soybean genotypes in the greenhouse for resistance to insects. *Crop Sci.* 29: 1156-1159.
- Higuchi, H. 2001. Occurrence and control of stink bugs attacking soybeans. *Plant Protection.* 55: 220-223.
- Jung, J.K., J.T. Youn, D.J. Im, J.H. Park and U.K. Kim. 2005a. Soybean seed injury by the bean bug, *Riptortus clavatus* (Thunberg) (Hemiptera: Alydidae) at reproductive stage of soybean (Linnaeus). *Korean J. Appl. Entomol.* 44: 299-306.
- Jung, J.K., J.K. Moon and B.Y. Seo. 2005b. Screening of leguminous germplasm for resistance against the bean bug, *Riptortus clavatus*. *Treat. of Crop Res.* 7: 639-666.
- Jung, J.K., J.T. Youn, U.K. Kim and D.J. Im. 2004. Population density of the bean bug, *Riptortus clavatus* (Thunberg) (Hemiptera: Alydidae) and soybean injury in soybean fields. *Treat. of Crop Res.* 5: 473-483.
- Kono, S. 1990. Spatial distribution of three species of stink bugs attacking soybean seeds. *Jpn. J. Appl. Ent. Zool.* 34: 89-96.
- Kono, S. 1989. Number of annual generations of the bean bug, *Riptortus clavatus* Thunberg (Heteroptera: Alydidae) estimated by physiological characteristics. *Jpn. J. Appl. Ent. Zool.* 33: 198-203.
- Lee, G.H., C.H. Paik, M.Y. Choi, Y.J. Oh, D.H. Kim and S.Y. Na. 2004. Seasonal Occurrence, Soybean Damage and Control Efficacy of Bean Bug, *Riptortus clavatus* Thunberg (Hemiptera: Alydidae) at Soybean Field in Honam Province. *Korean J. Appl. Entomol.* 43: 249-255.
- Lee, S.G., J.K. Yoo, C.Y. Hwang, B.R. Choi and J.O. Lee. 1997. Effect of temperature on the development of the bean bug, *Riptortus clavatus* Thunberg (Hemiptera: Alydidae). *RDA J. Crop. Protec.* 39: 25-27.
- Luedders, V.D., and W.A. Dickerson. 1977. Resistance of selected soybean genotypes and segregating populations to cabbage looper feeding. *Crop Sci.* 17: 395-396.
- Numata, H. and T. Hidaka. 1982. Photoperiodic control of adult diapause in the bean bug, *Riptortus clavatus* Thunberg (Heteroptera: Coreidae). I. Reversible induction and termination of diapause. *Appl. Ent. Zool.* 17: 530-538.
- Sakurai, T. 1996. Multiple mating of its effect on female reproductive output in the bean bug *Riptortus clavatus* (Heteroptera: Alydidae). *Ann. Entomol. Soc. Am.* 89: 481-485.
- Son, C.K., S.G. Park, Y.H. Hwang and B.S. Choi. 2000. Field occurrence of stink bug and its damage in soybean. *Korean J. Crop. Sci.* 45: 405-410.

(Received for publication September 22 2008;
revised September 22 2008; accepted December 8 2008)