

복분자딸기에서 차응애의 경제적피해수준 및 방제수준

임주rak* · 유 진 · 이기권 · 황창연¹
 전라북도농업기술원, ¹전북대학교 농업생명과학대학

Economic Injury Levels and control threshold of *Tetranychus kanzawai* Kishida(Acari, Tetranychidae) Infesting Korean black raspberry (*Rubus coreanus* Miquel)

Ju-Rak Lim*, Jin You, Ki-Kwon Lee and Chang-Yeon Hwang¹

Jeollabuk-do Agricultural Research and Extension Services, Iksan 570-704, Korea

¹Faculty Biological Resources Science, Chonbuk National University, Jeonju 561-756, Korea

ABSTRACT: Economic injury levels (EILs) and economic control threshold (ET) were estimated for the Tea red spider mite, *Tetranychus kanzawai* Kishida(Acari, Tetranychidae) in *Rubus coreanus* Miquel. *T. kanzawai* density increased until the early-July and thereafter decreased in all plots except the non-innoculation plot where initial density of the mite were different each 0, 5, 10, 20 and 40 adults per plant branch on May 7 in 2008. And the occurrence of the densities were increased higher inoculated density than different inoculation density. The yield was decreased with increasing initial mite density and thereby the rates of yield loss was increased with increasing initial mite density. And *T. kanzawai* occurrence density, yields and the rates of yield loss, where initial density of the mite were different each 0, 2, 5, 10 and 20 adults per plant branch on May 8 in 2009 were similar tendency to 2008 year results. The relationship between initial *T. kanzawai* densities and the yield losses was well described by a linear regression, $Y = 0.6545X + 3.0425$ ($R^2 = 0.93$) in 2008, $Y = 0.9031X + 2.0899$ ($R^2 = 0.96$) in 2009. Based on the relationship, the number of adults per plant branch(EILs) which can cause 5% loss of yield was estimated to be approximately 3.0 in 2008 and 3.2 in 2009. And the ET was estimated to be approximately 2.4 in 2008 and 2.6 in 2009. The relationship between initial *T. kanzawai* densities and occurrence density of mid-May considering the best spray timing against *T. kanzawai* was well described by a linear regression, $Y = 0.471X + 2.495$ ($R^2 = 0.95$) in 2008, $Y = 0.9938X + 3.1858$ ($R^2 = 0.96$) in 2009. Based on the relationship, the number of adults per leaf(ET) in mid-May which can cause 5% loss of yield was estimated to be approximately 3.6 in 2008 and 5.8 in 2009.

Key words: Economic injury level, Economic threshold, *Tetranychus kanzawai*, *Rubus coreanus*

초 록: 복분자딸기에서 차응애에 대한 경제적피해수준과 요방제수준을 평가하였다. 2008년 5월 7일 접종밀도(성충 0, 5, 10, 20, 40마리/주)에 따른 시기별 발생밀도는 무접종구를 제외하고는 6월 상순까지 점점 증가하다가 이후 감소하는 경향이었고, 접종밀도가 높을수록 더 크게 증가하였다. 차응애 접종밀도에 따른 수량은 접종밀도가 높을수록 감소하였고, 그에 따른 수량감소율은 접종밀도가 높아짐에 따라서 증가하였으며, 2009년 5월 8일 접종밀도(성충 0, 2, 5, 10, 20마리/주)에 따른 시기별 발생밀도와 수량 및 수량감소율도 2008년과 유사한 경향이었다. 차응애 접종밀도와 수량감소율과의 관계를 회귀식을 이용하여 분석한 결과는 2008년 $Y = 0.6545X + 3.0425$ ($R^2 = 0.93$), 2009년 $Y = 0.9031X + 2.0899$ ($R^2 = 0.96$)의 관계식을 얻을 수 있었다. 차응애 접종밀도별 수량감소율과의 관계식에 근거하여 GT값이 전체수량의 5%되는 수량감소율(Y)을 추정해 보았을 때 복분자딸기에서 경제적피해수준(X)은 2008년 3.0마리/줄기, 2009년 3.2마리/줄기이었고, 요방제수준은 각각 2.4마리/줄기, 2.6마리/줄기이었다. 접종밀도와 방제적기로 고려되는 5월 중순 차응애 발생밀도와와의 관계는 2008년 $Y = 0.471X + 2.495$ ($R^2 = 0.95$), 2009년 $Y = 0.9938X + 3.1858$ ($R^2 = 0.96$)로 회귀식이 성립되었으며, 회귀식에 의하면 복분자딸기 차응애 요방제수준(2008년 2.4마리/주, 2009년 2.6마리/주)에 따른 5월 중순 발생밀도는 각각 2008년 3.6마리/엽, 2009년 5.8마리/엽이었다.

검색어: 경제적 피해수준, 요방제수준, 차응애, 복분자딸기

*Corresponding author: gocnd0617@korea.kr

Received May 31 2011; Revised June 20 2011;

Accepted June 27 2011

우리나라에서 복분자딸기(*Rubus coreanus* Miquel)에 발생하는 해충으로는 차응애, 박쥐나방, 애무늬잎말이나방, 무궁

화잎밤나방, 장미흰각지벌레 등 총 7목 20과 33종이 보고되었고, 그 중 차응애에 의한 피해가 가장 심한 것으로 알려져 있다 (Lim *et al.*, 2010).

복분자딸기에서 차응애는 잎 뒷면에서 잎을 가해하여 백색의 식흔이 생기게 하며, 피해가 진전되면 잎이 갈변하여 일찍 낙엽을 일으킨다. 또한 복분자 수확기인 6월 중순경은 차응애의 밀도가 가장 높은 시기로 열매를 흡즙하여 상품의 질을 떨어뜨리기도 한다.

차응애(*T. kanzawai*)는 녹차재배의 주요해충으로 알려져 왔고, 사과, 배, 딸기, 수박, 가지 등 다양한 작물에 발생하여 큰 피해를 주고 있는 문제 해충으로 지금까지 대부분 약제에 의존하여 왔으나 여러 가지 부작용으로 인해 재배농가에 많은 부담을 주고 있는 실정이다(Lee *et al.*, 1995; Kim *et al.*, 1996; Kim *et al.*, 1999).

최근에는 이러한 문제점들에 대한 대책으로 천적을 활용한 연구가 이루어지고 있으며, 차응애와 같은 식식성 응애류에 대해 가장 효과적인 천적으로 포식성 이리응애류의 활용에 대한 연구가 활발하게 이루어졌다(Cho *et al.*, 1995; Drukker *et al.*, 1997; Kim *et al.*, 1999; Lim *et al.*, 2010).

그러나, 지금까지 대부분의 환금작물 해충의 경우와 마찬가지로 차응애에 대해서도 약제사용을 완전히 배제한 경제적이고 효과적인 방제수단이 정립되었다고 볼 수 없을 뿐만 아니라, 사과와 녹차 재배지에서 연중 이리응애만으로는 식식성 응애류의 개체군 밀도를 경제적 피해수준 이하로 유지하기 어렵다고 보고(Zhang & Sanderson, 1990; Kim *et al.*, 1996)된 바 있다.

이러한 배경에서 본 연구에서는 복분자딸기에 대한 차응애의 피해를 줄이고 합리적인 방제가 될 수 있도록 차응애 발생밀도에 따른 복분자딸기의 수량과 품질에 미치는 영향을 조사 분석하여, 경제적피해수준을 설정하고, 복분자 차응애 방제시기 및 요방제수준을 설정하여 농가에 도움이 되고자 하였다.

재료 및 방법

시험구 조성 및 차응애 접종

2008년부터 2009년까지 복분자딸기에서 차응애 요방제수준 설정 시험을 위해 2006년 4월에 40 cm 간격으로 정식된(폭 2 m 두둑 3줄, 재식주수 300주) 전북농업기술원 소재 시험포장에 폭 11 m, 길이 40 m의 비가림하우스를 설치하고, 물관리는 점적호스를 두둑당 2줄을 설치하여 충분한 수분이 유지될 수 있도록 3~5일 간격으로 관수하였다.

차응애 접종수준은 2008년에는 성충 0마리/줄기를 대조구로

하고, 5마리, 10마리, 20, 40마리/줄기로 하여 수확 40일전(5월 7일)에 접종하였다. 2009년에는 성충 0마리/줄기를 대조구로 하고, 2마리, 5마리, 10마리, 20마리/줄기로 하여 수확 40일전(5월 8일)에 접종하였다. 처리구당 면적은 10 m²(13주)로 하여 난괴법 3반복하였다. 차응애 접종방법은 복분자딸기의 각 줄기당 땅에서 지상부 1 m 이상 되는 부위의 잎 위에 세필붓을 사용하여 처리별로 각각 접종하였으며, 처리구당 10주씩 접종하였다.

복분자딸기 생육기간 중 발생하는 점무늬병, 탄저병 등 병원균에 대하여는 아족시스트로빈액상수화제(500배)를 2회(5월 2일, 5월 12일, 2008년, 2009년 동일) 살포하여 방제하였다. 또한 복분자딸기 차응애 전용약제인 밀베맥틴유제(1,000배)를 살포(2008년 5월 13일, 6월 5일, 2009년 5월 15일, 6월 2일)하여 무접종구를 유지하였다.

초기 차응애 성충밀도와 피해관계

복분자 생육초기 차응애 성충밀도에 따른 시기별 발생밀도 변화와 피해관계를 해석하기 위해 차응애 접종 후 처리별 차응애 발생밀도는 5월 중순부터 6월 하순까지 7~10일 간격으로 처리구당 5주를 대상으로 복분자딸기 1주를 상·중·하로 3등분하여 각각 3엽씩 성충과 유충밀도를 조사하여 엽당 마리수로 환산하였다.

6월 10일경부터는 3~4일 간격으로 5회 수확을 하면서 매 수확 때마다 상품에 대한 과장, 과폭, 과중을 1주에 1줄기씩 3주의 과일을 조사하고, 시험구당 상품수량을 조사하였다. 상품수량은 처리구당 10 m²내의 총무게를 구하고, 최종 수확 후 총 상품수량을 10a당 수량으로 환산하였으며, 무접종구와 비교하여 처리별 수량감소율을 계산하였다.

경제적피해수준 설정

차응애 접종밀도와 수량감소율과의 회귀식에 의하여 경제적 피해수준을 구하고, 경제적피해수준의 80%를 요방제수준으로 설정하였으며, 방제적기의 발생밀도와 접종밀도간의 회귀식을 구하여 방제적기 발생밀도를 환산하였다.

자료분석

해충 발생에 따른 수량 및 수량구성요인은 분산분석(ANOVA)하고, Duncan의 다중검정으로 평균간 유의차를 비교하였으며(SAS Institute, 1999), 차응애 접종밀도와 수량감소율과의 관계는 Excel 프로그램에서 회귀분석법을 이용하여 분석하였다.

결과 및 고찰

초기 차응애 성충밀도와 피해관계

차응애 접종수준에 따른 시기별 엽당 발생밀도

2008년 접종수준에 따른 시기별 발생밀도를 조사한 결과 무접종구를 제외하고는 5월 7일 접종 이후 점점 증가하다가 6월 4일 발생 최성기를 보이고, 이후 서서히 감소하는 경향이였다. 접종수준별로는 초기 접종밀도가 높을수록 발생밀도가 많아지는 경향이였고, 6월 중순이후 10마리이상 접종수준에서는 발생밀도가 비슷하였다(Fig. 1). 2009년 접종수준에 따른 시기별 발생밀도 역시 2008년과 유사한 경향이이나, 10마리 이상 접종수준에서는 6월 8일 발생피크를 보였고, 5마리 접종수준에서는 6월 15일, 2마리 접종수준에서는 6월 23일 발생피크를 보여 처리간에 약간의 차이가 발생하였는데(Fig. 2), 이는 작물내에서 차응애의 이동경로나 공간분포에 대한 정확한 자료는 없지만, 차응애

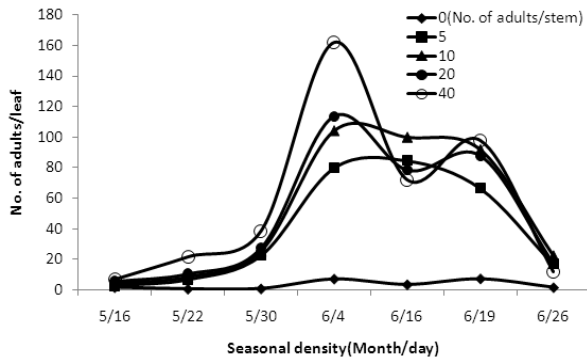


Fig. 1. Changes of density of *T. kanzawai* according to the initial inoculation density in koran black raspberry *R. coreanus*, 2008. The initial density of treated plots was 0, 5, 10, 20, 40 adults per stem, respectively.

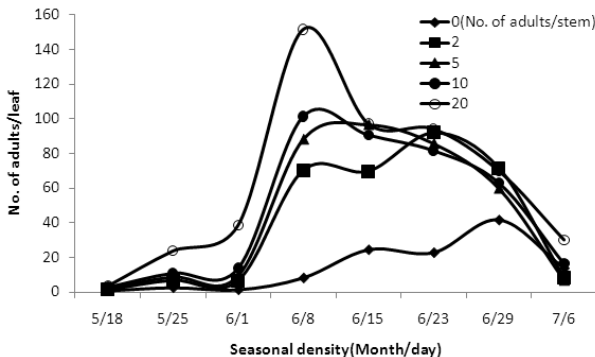


Fig. 2. Changes of densities of *T. kanzawai* according to the initial inoculation density in koran black raspberry *R. coreanus*, 2009. The initial density of treated plots was 0, 2, 5, 10, 20 adults per stem, respectively.

밀도에 따라 증식속도와 먹이공간의 차이가 발생하여 나타난 결과로 분석되며, 자세한 것은 추후 검토해보아야 할 것이다.

차응애 발생소장은 우리나라 남부지방인 전남 보성 차재배지에서 차응애가 전반적으로 6월에 발생최성기를 보이고 이후 7~8월에는 밀도가 급격히 감소하며, 9~10월부터 다시 밀도가 증가하는 양상을 나타냈다는 보고(Lee *et al.*, 1995)와 유사한 경향이였다. 그러나, 익산지역 복분자딸기에서 5월 하순 발생을 시작하여 6~7월 발생밀도가 높았고, 7월 하순 이후 밀도가 낮아지는 경향이였다라는 보고(Lim *et al.*, 2010)와는 발생최성기에 차이가 있었는데, 이는 자연상태에서는 보통 5월 하순에 발생을 시작하지만, 본 실험에서는 인위적으로 5월 상순에 접종하였기 때문에 발생양상이 달라진 것으로 보이며, 여름철 밀도가 낮은 원인으로 강우, 고온, 다습, 천적 등의 요인이 작용한다는 점을 고려할 때(Kondo, 1990, Choi, 1997, Lim *et al.*, 2010) 6월 중순 강우에 의한 영향도 한 원인으로 추정된다.

차응애 접종수준에 따른 상품수량 및 수량감소율

2008년 차응애 접종수준에 따른 상품수량은 무접종구(467 kg/10 a)에 비하여 접종수준이 높을수록 감소하는 경향으로 수량감소율은 접종수준이 높아짐에 따라서 각각 5.8%, 12.0%, 19.5%, 27.0%로 나타났으며, 유의성이 인정되었다(Table. 1). 그러나, 매 수확 때마다 상품과일에 대하여 조사한 과장, 과폭, 과중의 평균치는 처리간에 차이가 없었는데, 이는 상품성이 있는 과일에 대해서만 조사를 하였기 때문으로 생각하며, 그럼에도 수량에 차이가 있는 이유는 불량과의 경우 수확을 하면서 제외되었기 때문이다.

2009년 역시 차응애 접종수준에 따른 상품수량은 무접종구(534kg/10a)에 비하여 접종수준이 높을수록 감소하는 경향으로 수량감소율이 각각 0.1%, 1.9%, 6.8%, 20.6%로 나타났으며, 유의성이 인정되었다. 또한 접종수준별로 불량과율을 조사해본 결과 무접종구 14.8%에 비하여 각각 접종수준이 높아짐에 따라 16.8%, 18.1%, 19.5%, 29.1%로 높아지는 것을 확인할 수 있었다(Table 1).

Hussey and Parr(1963)은 온실에서 오이 총 엽면적의 30%가 피해를 받더라도 수량에는 영향이 없었다고 하였고, Bailey and Furr (1975)은 복숭아나무에서 후기에 점박이응애 밀도가 엽당 40~50마리가 되더라도 수량에는 관계가 없었으나 그보다 많은 경우 크게 영향을 주었다고 보고하였으며, Lee *et al.*(1988)는 온실내 점박이응애 접종수준별 밀도변동과 강낭콩의 엽 피해 및 수량을 검토한 결과 접종밀도가 증가할수록 총엽수는 감소하였고, 피해엽수는 급격히 증가하였으며, 피해후 3~5일이 지나면 대부분 낙엽이 되었고, 개화수와 협수는 20마리 이상 접종구에

Table 1. Variables related with yield and rate of yield loss of koran black raspberry *R. coreanus* according to the initial inoculation density of *T. kanzawai* in 2008 and 2009

Inoculation density (No. of adults/stem)	2008						2009			
	2008	2009	Fruit length (mm)	Fruit width (mm)	Fruit weight (g)	Yields (kg/10a)	Yields(kg/10a)		Rate of yield loss (%)	Rate of bad fruit (%)
							Commodity	Bad		
0	0		14.8 a†	16.6 a	1.7 a	467 a	534 a	93	0	14.8
5	2		14.7 a	16.3 a	1.7 a	440 ab	534 a	108	0.1	16.8
10	5		14.7 a	16.0 a	1.7 a	411 abc	525 ab	116	1.9	18.1
20	10		14.5 a	15.6 a	1.6 a	376 bc	498 b	121	6.8	19.5
40	20		14.5 a	15.7 a	1.7 a	341 c	371 c	152	20.6	29.1

† Means followed by the same letter in a column are not significantly different at 5% level by DMRT.

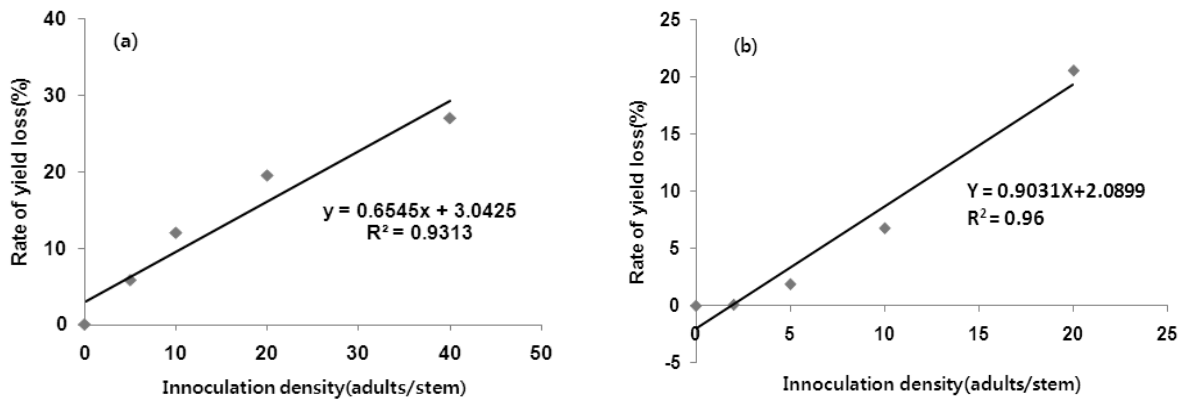


Fig. 3. Relationship between initial inoculation density of *T. Kanzawai* and rate of yield loss in koran black raspberry *R. coreanus* (a) 2008 (b) 2009.

서 감소하였고, 5마리 접종구에서는 수량의 감소가 없었으나 20마리 이상 접종구에서는 수량, 평균립중, 임실협수 및 건전립률의 감소가 있었다고 보고하였다. 따라서 본 시험에서 차용에 발생밀도가 최고 엽당 100마리 이상 발생하였기 때문에 수량에 영향을 미치기에 충분하였다고 판단된다.

요방제 수준 설정

접박이응에 접종밀도와 상품과율 및 수량감소율과의 관계

차용에 접종밀도와 수량감소율과의 관계를 회귀식을 이용하여 분석한 결과는 2008년 $y=0.6545x+3.0425$ ($R^2=0.93$), 2009년 $Y=0.9031X+2.0899$ ($R^2=0.96$)의 관계식을 얻을 수 있었고, 높은 상관관계가 있는 것으로 나타났다(Fig. 3).

즉, 발생초기 차용에 발생밀도가 높을수록 또는 발생시기가 빠를수록 상품과율은 떨어지고, 그에 따라 수량이 감소한다는 것을 의미한다고 할 수 있다.

경제적피해수준 산정 및 요방제수준 설정

해충방제 여부는 생산물의 시장가격과 방제비용을 고려한 경제성이 판단의 기준이 되는데, 경제성을 결정하는 것은 GT(Grain Threshold, 면적당 방제비용과 같은 수량)가 매우 중요한 기준이 된다(Park et al., 2007). 따라서 GT값에 따라 경제적 피해허용수준은 크게 달라지게 되는데 외국의 일부사례를 보면 일반작물의 경우 GT값이 수량대비 1.0~3.7%로 전체수량에서 차지하는 비율이 매우 낮게 나타난다(Maltais et al., 1982; Stone and Pedigo, 1972).

그러나 이러한 낮은 비율은 동일 처리포장간에도 수량변이가 3~5%까지 발생할 수 있다는 점을 고려하여 일본의 경우에도 요방제수준 설정시 실용적인 면에서 GT를 전체수량의 3.5~5% 범위에서 설정한 예가 많이 보고되어 있다(Kiritani, 1980; Park et al., 2007))

따라서 본 실험에서도 Fig. 3의 차용에 접종밀도별 수량감소율과의 관계식 2008년 $y=0.6545x+3.0425$ ($R^2=0.93$), 2009년 Y

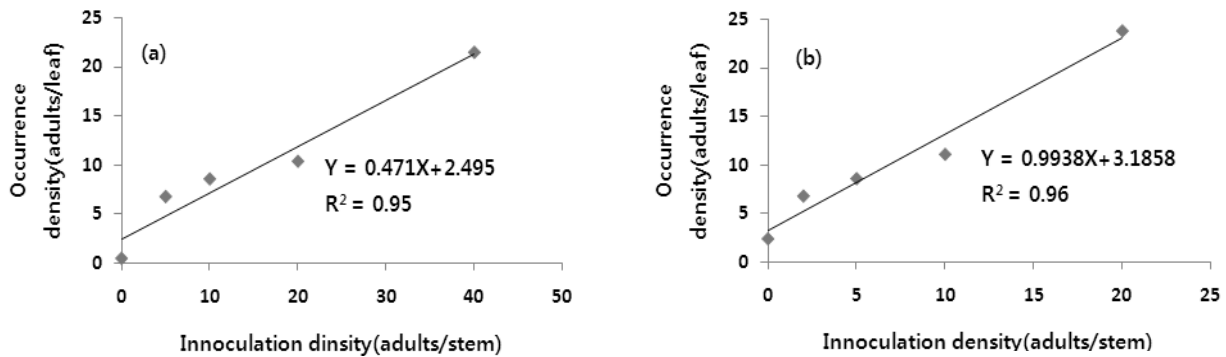


Fig. 4. Relationship between initial inoculation density of *T. Kanzawai* and occurrence density at middle May in koran black raspberry *R. coreanus* (a) 2008 (b) 2009.

Table 2. Estimate of Economic injury levels (EILs) and economic control threshold (ET) at relationship between initial inoculation density of *T. Kanzawai* and occurrence density at middle May in koran black raspberry *R. coreanus*

Experimental year	Regression formula (Y=Rate of yield loss, X=Innoculation initial density)	EILs 5% injury level (No. of adults/stem)	ET (No. of adults/stem)	Regression formula (Y=Occurrence density, X=Innoculation density)	ET of middle May (No. of adults/leaf)
2008	$Y=0.6545X+3.0425$ ($R^2=0.9313$)	3	2.4	$Y=0.471X+2.495$ ($R^2=0.95$)	3.6
2009	$Y=0.9031X+2.0899$ ($R^2=0.96$)	3.2	2.6	$Y=0.9938X+3.1858$ ($R^2=0.96$)	5.8

= 0.9031X+2.0899($R^2=0.96$)에 근거하여 GT값이 전체수량의 5%되는 수량감소율(Y)을 추정해 보았을 때 복분자딸기에서 경제적피해허용수준(X)은 2008년 3.0마리/줄기, 2009년 3.2마리/줄기이었고, 요방제수준은 경제적피해허용수준의 80%를 적용하여 각각 2.4마리/줄기, 2.6마리/줄기이었다.

그러나 이는 초기 접종수준에서의 결과로 차응에 오염이 되었거나 의심이 되면 방제를 할 수밖에 없는 상황이 되기 때문에 현실적인 관점에서는 도입하기가 어려운 부분으로 판단된다. 따라서 접종밀도와 방제적기인 5월 중순(2008년 5월 22일, 2009년 5월 25일) 차응에 발생밀도와와의 관계를 회귀식으로 구해본 결과 2008년 $y=0.471x+2.495$ ($R^2=0.95$), 2009년 $Y = 0.9938X + 3.1858$ ($R^2 = 0.96$)로 회귀식이 성립되었으며(Fig. 4), 회귀식에 의하면 복분자딸기 차응에 요방제수준(2008년 2.4마리/줄, 2009년 2.6마리/줄)에 따른 5월 중순 발생밀도는 각각 2008년 3.6마리/엽, 2009년 5.8마리/엽이었다(Table 2).

따라서 5월 중순 포장에서 차응에 발생밀도가 엽당 3.6~5.8마리 수준이면 방제를 해야 된다는 결론을 얻을 수 있었다.

Literature Cited

- Bailey, J.C. and R.E. Furr. 1975. Reaction of water stress and night temperature preconditioning on water relations and morphological and anatomical changes of *Lotus creticus* Plants. *Scientia Horticulturae* 101: 333-342.
- Cho, J.R., K.J. Hong, B.R. Choi, S.G. Lee, G.S. Lee, J.K. Yoo and J.O. 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 mites. *RDA. J. Agri. Sci.* 31: 340-347.
- Choi, K.H. 1997. Field and laboratory observations of *Tetranychus kanzawai* Kishida on *Codonopsis lanceolata* Bentham et Hooker. M.S. Thesis, Chonbuk National Univ. Korea. 24 pp.
- Drukker, B., A. Janssen, W. Ravensberg and M.W. Sabelis. 1997. Improved control capacity of the mite predator *Phytoseiulus persimilis*(Acari: Phytoseiidae) on tomato. *Exp. Appl. Acarol.* 21: 507-518.
- Hussey, N.W. and W.J. Parr. 1963. The effect of glasshouse red spider mite (*Tetranychus urticae* Koch) on the yield of cucumbers. *J. Hort. Sci.* 38: 255-263.

- Kim, D.I., S.C. Lee and S.S. Kim. 1996. Biological characteristics of *Amblyseius bomersleyi* Schica (Acarina:Phytoseiidae) as a predator of *Tetranychus kanzawai* Kishida(Acarina: Tetranychidae). Kor. J. Appl. Entomol. 35(1): 38-44.
- Kim, Y.H., J.H. Kim and M.W. Han. 1999. A preliminary study on the biological control of *Tetranychus kanzawai* Kishida in *Angelica utilis* Makino by *Phytoseiulus persimilis* Anthias-Henriot(Acarina: Tetranychidae, Phytoseiidae). Kor. J. Appl. Entomol. 38: 151-155.
- Kiritani, K. 1980. Integrated insect pest management for rice in Japan. in Proc. international symposium on problems of insect pest management in developing countries. Tropical Agriculture Research Center, Kyoto, Japan. pp. 13-22.
- Kondo, A. 1990. Biology and problems in control of the kanzawa spider mite, *Tetranychus kanzawai* Kishida in grapevine glasshouse. Plant Prot. 44: 19-23.
- Lee, S.C., D.I. Kim and S.S. Kim. 1995. Ecology of *Tetranychus kanzawai* and its natural enemies at tea tree plantation Kor. J. Appl. Entomol. 34(3): 249-255.
- Lim, J.R., J. You, S.S. Cheong, D.C. Choi and C.Y. Hwang. 2010. Seasonal occurrence of *Tetranychus Kanzawai* and control efficacy of alternate use of natural enemy and miticide in *Rubus coreanus* field. Kor. J. Appl. Entomol. 49: 233-239.
- Lim, J.R., S.U. Choi, J.H. Kim, K.K. Lee, S.S. Cheong, J. Ryu and C.Y. Hwang. 2010. Occurrence of insect pests in *Rubus coreanus* Miquel. Kor. J. Appl. Entomol. 49: 97-103.
- Maltais, P.M., Nuckle, J.R. and P.V. Leblanc. 1998. Economic threshold for three lepidopterous larval pests of fresh-market cabbage in southeastern New Brunswick. J. Econ. Entomol. 91: 699-707.
- Park, H.H., W.H. Yeh, and H.M. Park. 2007. Gain threshold estimation for some pests in major crops. Kor. J. Appl. Entomol. 46: 63-69.
- Park, Y.L. 1997. Assessment of damage caused by two spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch feeding on cucumber, *Cucumis sativus* L. in the glasshouse. M. S. Thesis. Seoul National University, Seoul, Korea. pp. 22-26.
- SAS Institute. 1999. SAA version 8.1, SAS Institute, Cary, N.C.
- Stone and Pedigo. 1972. Development and economic injury level of the green cloverworm on soybean in Iowa. J. Econ. Entomol. 65: 197-201.
- Zhang, Z.Q. and J.P. Sanderson. 1990. Relative toxicity of abamectin to the predatory mite *Phytoseiulus persimilis* (Acarina: Phytoseiidae) and two spotted spider mite (Acari, Tetranychidae). J. Econ. Entomol. 83: 1783-1790.