

상추를 먹이로 공급할 때 싸리수염진딧물 성충의 수명과 생명표

이상계¹ · 김형환² · 김태홍³ · 박길준³ · 김광호¹ · 김지수*무주군 농업기술센터 기술지원과, ¹농업과학기술원 농업해충과, ²원예연구소 원예환경과, ³전북대학교 농업생명과학대학 생물자원과학부Longevity and Life Table of the Foxglove Aphid (*Aulacorthum solani* K.) Adults on Lettuce (*Lactuca sativa* L.)Sang Guei Lee¹, Hyeong Hwan Kim², Tae Heung Kim³, Gil-Jun Park³, Kwang Ho Kim¹ and Ji Soo Kim*

Muju Agricultural Technology Center, 568-812, Korea

¹Applied entomology Division, National Institute of Agricultural Science and Technology, RDA, Suwon 441-707, Korea²Horticultural Environment Division, National Horticultural Research Institute, RDA, Suwon 441-440, Korea³Faculty of Biological Resources Science, College of Agriculture and Life Sciences, Institute for Biodiversity Reaserch, Chonbuk National University, Chonju 561-756, Korea

ABSTRACT : Adult longevity and fecundity of the foxglove aphid, *Aulacorthum solani* Kaltentbach, were studied at 12.5~25°C with 60~70% RH under 16L:8D and the results were put together to build a life table. The longevity of foxglove gradually increased with decreasing temperature below 25°C. Also total fecundity increased with decreasing temperature and highest fecundity was 74.1 nymphs per female at 15°C. However, daily fecundity increased with increasing temperatures up to 20°C showing 2.9 nymphs per day and thereafter decreased. Net reproduction rate (R_0) was highest of 58.7 at 15°C. The intrinsic rate of increase per day (r_m) and the finite rate of increase per day (λ) were highest of 0.27 and 1.32, respectively and the doubling time (Dt) was shortest of 2.52. the mean generation time (T) was 10.99 at 22.5°C.

KEY WORDS : Fecundity, Net reproduction rate, Intrinsic rate of increase per day, Finite rate of increase per day, Doubling time, Mean generation time

초 록 : 싸리수염진딧물(*Aulacorthum solani* Kaltentbach)의 성충 수명과 산자수를 12.5~25°C, 상대습도 60~70%, 광주기 16L:8D 조건에서 조사하여 생명표를 작성하였다. 싸리수염진딧물 성충은 12.5~25°C에서의 수명이 34.3~10.5일로 온도의 상승에 따라 성충기간이 짧아졌다. 산자수는 15°C에서 74.1마리로 최고치를 보였으며, 15~25°C에서는 온도가 상승함에 따라 산자수가 감소하였으나, 12.5°C에서는 47.0마리로 온도가 낮아짐에 따라 산자수가 적어지는 경향을 보였다. 또한 싸리수염진딧물 성충의 일일 산자수는 20°C에서 2.9마리였고, 12.5°C에서 1.4마리와 30°C에서 1.3마리로 온도가 높거나 낮아지면 일일산자수가 적어졌다. 싸리수염진딧물 약충 발육시 사망률과 성충 수명, 산자수를 이용하여 생명표를 작성하였는데 싸리수염진딧물은 순증가율(R_0)이 15°C에서 58.7, 내적자연증가율(r_m)은 20°C에서 0.27, 기간증가율(λ)은 20°C에서 1.32이었으며, 배수기간(Dt)은 20°C에서 2.52, 세대기간(T)은 22.5°C에서 10.99로 가장 짧았다.

검색어 : 산자수, 순증가율, 내적자연증가율, 기간증가율, 배수기간, 세대기간

*Corresponding author. E-mail: bioagr@muju.org

짜리수염진딧물(*Acyrtosiphon solani* K., glasshouse tomato aphid, foxglove aphid)은 분류학상 매미목(Homoptera) 진딧물과(Aphididae)에 속하고 상추(*Lactuca sativa* L.), 콩(*Glycine max* M.), 오이(*Cucumis sativus* L.), 가지(*Solanum melongena* L.) 등 25과 96종의 기주식물에 발생하여 피해를 주는 해충으로 국내는 물론 전 세계적으로 분포하고 있다(Kim *et al.*, 1991). 짜리수염진딧물은 구침을 작물체의 잎과 줄기에 꽂아 흡즙하는 직접적인 피해뿐만 아니라 이차적으로 약 40종의 바이러스를 매개하는 중요한 흡즙성 해충이다(Blackman and Eastop, 1986). 노지에서서는 짜리나무에서 알로 월동하며, 월동한 알은 4월 하순경 부화하여 겨울기주에서 증식한 후 날개가 있는 성충이 출현하여 여름기주로 이동한다. 날개가 있는 성충은 6월 상순과 8월 하순에 발생 최성기를 보이고 10월 하순에 겨울기주로 이동하여 알을 낳는다. 5~6월에는 발생이 적은 편이나 9~10월에는 발생이 많다. 그러나 최근에는 시설하우스 재배면적의 증가로 겨울에도 시설상추 재배지에서 발생하여 피해를 주고 있을 뿐만 아니라 년중 발생과 피해를 반복하며 상추의 주요 해충으로 대두되고 있다(Jeon and Kim, 2006). 또한 Kim *et al.* (1991)은 콩 재배지대별로 짜리수염진딧물의 발생소장을 조사하여 평야지보다 2°C 이상 낮은 산간지에서 발생이 많았다고 하였다. 특히 상추와 같은 엽채소류는 잎을 직접 식이하기 때문에 진딧물 방제용 약제를 살포하더라도 살포량 및 농도에 제약이 많거나, 친환경 재배지에서는 전혀 농약을 사용할 수 없다. 최근까지 원예작물 재배지에 발생하는 진딧물 중에서 목화진딧물과 복숭아혹진딧물에 비하여 상대적으로 발생 개체수와 피해가 경미하다는 이유로 생태 및 방제에 관한 연구가 거의 없었다. 그러나 최근 시설하우스 재배면적의 증가와 작물의 다양화 등으로 인해 짜리수염진딧물과 같은 미소 난방제 해충의 밀도가 증가하여 피해가 우려되고 있다.

따라서 짜리수염진딧물의 성충 수명 및 온도에 대한 발육 반응과 양상을 밝혀 진딧물 방제용 약제의 사용량과 회수를 줄이고 친적의 적용 적기를 추정하기 위한 기초자료를 제공하고자 실험을 수행하였다.

재료 및 방법

짜리수염진딧물의 사육

실험에 사용한 짜리수염진딧물은 화성의 유기농 상추 재배지에서 채집한 개체를 원예연구소 해충연구실로 가

져와 누대사육하고 있던 개체를 이용하였다. 기주식물인 청치마 상추(한밭청치마, 농우씨앗)는 유리온실에서 직경 8 cm 높이 7 cm 육묘용 검정비닐 포트에 원예용 상토(바로커, 서울농자재)를 넣고 파종 10일이 경과한 후 이식하였다. 그리고 온도 20±2°C와 25±3°C, 습도 65±5%, 16L:8D 광주기의 성장상에서 상추를 먹이로 하여 짜리수염진딧물을 사육하였다.

온도별 성충 수명 및 산자수

짜리수염진딧물의 성충 수명과 산자수는 12.5, 15.0, 17.5, 20.0, 22.5, 25.0°C 등 6개 온도를 항온상태에서 조사하였으며, 상대습도는 65±5%의 항습 조건으로 하고, 광주기는 16L:8D였다. 짜리수염진딧물의 약충이 네 번째 탈피한 직후부터 죽을 때까지를 성충기간으로 설정하였다. 네 번째 탈피 후 산자를 낳기 전까지 기간을 산자 전(前)기간이라 하고 성충 수명과 산자수는 24시간 간격으로 매일 조사한 후 산자를 제거하여 중복조사를 피하도록 하였다.

생명표

생명표에서 이용되는 성비의 경우 진딧물은 상온에서 대부분 단위생식을 하는 것으로 알려져 있는데 본 실험의 조사 온도 범위에서도 모두 단위생식을 하여 성비를 1에 가까운 0.99로 하였다. 그리고 약충 발육기간, 사망률, 성충 수명, 산자수 및 성비를 이용하여 진딧물의 생명표를 작성하였다. 생명표의 매개변수 추정은 Meyer *et al.* (1986)이 제안한 Jackknife 방법을 이용하였고 SAS (1999)로 통계 처리 하였다.

결과 및 고찰

성충 수명 및 산자수

짜리수염진딧물의 성충수명은 온도가 상승함에 따라 수명이 짧아지는 경향을 보였고, 산자수도 12.5°C를 제외한 온도에서 온도가 상승 할수록 산자수가 감소하는 것을 알 수 있었다(Table 1). Kim *et al.* (1991)의 보고에서도 짜리수염진딧물은 온도가 상승함에 따라서 성충수명이 짧아진다고 보고하였다. 또한 Vasicek *et al.* (2002)도 짜리수염진딧물 성충수명 조사결과, 10°C에서 59.56~82.1일로 각각 3개의 실험 결과가 같은 경향을 보였다. 그러나

Table 1. Adult longevity in days and fecundity of *Aulacorthum solani* at various temperatures (mean±SE)

Temperature (°C)	n	Longevity	No. nymphs/female/day
12.5	22	34.3±2.72 a	1.4±0.09 c
15.0	24	27.5±2.15 ab	2.8±0.18 ab
17.5	21	20.6±1.09 bc	2.5±0.17 ab
20.0	26	14.2±1.64 cd	2.9±0.18 a
22.5	24	10.5±1.16 d	2.2±0.13 b
25.0	19	11.5±1.43 d	1.3±0.14 c

Within column means with the same letters are not significantly different ($P > 0.05$, Tukey's studentized range test).

산자수는 실험간에 차이가 있었는데 이는 실험에 사용한 기주식물과 실험 용기의 차이에서 기인된 것이라 생각된다. 특히, 산자수의 경우 온도에 따른 유의성이 인정되는데 크게 세 그룹으로 나누어진다. 온도별 그룹을 보면 15°C에서 74.1마리, 12.5, 17.5, 20°C에서 39.2-51.1마리, 22.5, 25°C에서 22.8-13.1마리로, 5°C 단위로 온도별 유의성이 인정되는 것을 볼 수 있었다. Kim *et al.* (1991)의 보고에 의하면 산자수가 10°C부터 온도가 높아짐에 따라 증가하여 25°C에서 최고치인 83.0마리라 하여 본 실험 결과와 많은 차이를 보이고 있다. 또 Vasicek *et al.* (2002)은 10°C에서 상추의 품종을 다르게 하여 성충수명, 산자수를 조사한 결과 품종에 따라서 산자수는 19.23-37.85마리로 낮은 온도에서 산자수가 적음을 알 수 있으나 Kim *et al.* (1991)의 보고와 본 실험결과를 해석하기엔 어려운 점이 많은데 한 가지 의심해 볼만 한 사항은 싸리수염진딧물의 기주교대와 관련하여 봄 기주에서 여름기주로 이동하게 되는데 싸리수염진딧물의 여름기주가 콩으로 본 실험에서 사용된 상추와 기주가 상이한데서 오는 차이 또는 항온 항습조건과 항온조건에서, 실험자의 방법에 기인한 오차등 오차의 원인이 다양하여 특정 원인에 의한 오차로 보기는 어려울 것이다. Kim *et al.* (1991)이 보고한 것처럼 싸리수염진딧물은 7월 중순에 처음 피크를 이루고 두 번째 피크는 8월 하순에서 9월 상순으로 더운 여름을 콩에서

보내는 것으로 생각된다. 하지만 성충의 일일산자수는 15-20°C까지 2.5-2.9마리로 약한 정도의 유의성이 인정되며, 12.5와 25°C에서는 1.3-1.4마리로 유의성이 확연히 나타났다. Kim and Kim (2004)의 목화진딧물 성충의 온도별 산자수에서, Kim *et al.* (2005)의 복숭아혹진딧물 성충의 온도별 산자수에서도 일정온도 이상, 또는 이하에서 산자수가 급격하게 낮아지는 현상이 있는데 이는 진딧물이 이들 온도에서 민감하게 반응하는 기점이라 생각된다.

생명표

Table 2는 싸리수염진딧물의 온도별 생명표로 순증가율(R_0)은 15°C에서 58.7을 기점으로 온도가 상승함에 따라 감소하는 경향을 보이며 25°C에서 최저치인 8.2를 보였다. 내적자연증가율(r_m)과 기간증가율(λ)은 20°C에서 0.27과 1.32로 가장 높은 값을 보였고, 이후 온도가 높아지거나 낮아짐에 따라 내적자연증가율과 기간증가율이 낮아짐을 볼 수 있었다. 배수기간(Dt)은 온도가 높아짐에 따라 짧아지는데 20°C에서 2.52일을 기점으로 온도가 높아짐에 따라 다시 배수기간이 길어지는 것을 볼 수 있었다. 평균세대기간은 22.5°C에서 10.99일을 기점으로 온도가 높아지거나 낮아짐에 따라서 평균세대기간이 길어지

Table 2. Jackknife life table estimates of *Aulacorthum solani*

Temperature (°C)	R_0	r_m	λ	T	Dt
12.5	36.3±6.26	0.1292±0.001	1.1379	27.8	5.37
15.0	58.7±7.73	0.2284±0.008	1.2566	17.83	3.04
17.5	35.4±5.11	0.2631±0.013	1.3009	13.56	2.63
20.0	33.8±6.95	0.2747±0.013	1.3162	12.82	2.52
22.5	17.9±3.37	0.2625±0.015	1.3002	10.99	2.64
25.0	8.2±2.22	0.1794±0.024	1.1965	11.71	3.86

R_0 : net reproductive rate (female/female); r_m : intrinsic rate of increase (female/female/day); Dt: doubling time (day); λ : finite rate of increase (female/female/day); T: mean generation time (day).

는 것을 볼 수 있었다. Vasicek *et al.* (2002)은 10°C에서 상추의 품종을 다르게 하여 생명표를 조사한 보고에 의하면 순증가율은 18.3-36.6이었고, 내적자연증가율은 0.061-0.085, 기간증가율은 1.059-1.080, 배수기간은 11.95-8.55, 평균세대기간은 58.34-39.44일로 본 실험의 최저온도인 12.5°C의 자료보다 낮은 수치를 보여 저온에 의한 영향을 받고 있음을 알 수 있었다. 이들 비교와 다르게 진딧물종을 달리한 생명표 비교에서 Kim and Kim (2004)의 목화진딧물과, Kim and Kim (2005)의 복숭아혹진딧물, 그리고 본 실험에 사용된 싸리수염진딧물에서 종에 따라 특정 온도를 기점으로 수치의 변화가 이루어짐을 알 수 있었는데 목화진딧물의 경우 30°C, 복숭아혹진딧물의 경우는 27.5°C, 싸리수염진딧물은 20°C를 기점으로 하고 있음을 알 수 있었다.

이들 결과에 의하면 싸리수염진딧물은 시설하우스 상추 재배지에서 10°C 이하의 온도에 비교적 잘 적응하여 월동에 유리할 것으로 생각되나 25°C 이상의 온도에서는 밀도증가 어려우며 27.5°C 이상의 경우 싸리수염진딧물의 생존이 어려울 것으로 생각된다. 따라서 시설하우스에서 겨울철 상추 재배시 시설 내 싸리수염진딧물의 유입을 막아야 하며, 유입되었을 경우 2월 하순이후 포식성 천적의 도입이 필요하며, 시설하우스 온도가 20°C 이상에서는 진디혹파리의 도입이 효과적일 것으로 생각된다.

Literature Cited

- Blackman, R.L. and V.F. Eastop. 1986. Aphids on the world's crops: An identification and information guide. John Wiley and Sons. 466p.
- Jeon, H.Y. and H.H. Kim. 2006. Damage and seasonal occurrence of major insect pests by cropping period in environmentally friendly lettuce greenhouse. Korean J. Appl. Entomol. 45: 275-282.
- Kim, D.H., H.H. Lee, J.H. Park and C.Y. Hwang. 1991. Occurrence aspects and ecological characteristics of foxglove aphid, *Aulacorthum solani*, Kaltendbach (Homoptera: Aphididae) in soybean. Res. Rept. RDA (C.P) 33(3): 28-32.
- Kim, J.S. and T.H. Kim. 2004. Temperature-dependent fecundity and life table parameters of *Aphis gossypii* Glover (Homoptera: Aphididae) on cucumber plants. Korean J. Appl. Entomol. 43: 211-215.
- Kim, J.S. and T.H. Kim. 2005. Bionomics of the green peach aphid (*Myzus persicae* Sülzer) adults of chinese cabbage (*Brassica campestris*). Korean J. Appl. Entomol. 44: 213-217.
- Lee, J.H. and J.J. Ahn. 2000. Temperature effects on development, fecundity, and life table parameters of *Amblyseius womersleyi* (Acari: Phytoseiidae). Environ. Entomol. 29: 265-271.
- Meyer, J.S., C.G. Igersoll, L.L. Macdonald, and M.S. Boyce. 1986. Estimating uncertainty in population growth rates: jackknife vs bootstrap techniques. Ecology 67: 1156-1166.
- Vasicek, A., R. La Rossa and A. Paglioni. 2002. Biological and populational aspects of *Nasonovia ribisnigri* and *Aulacorthum solani* on lettuce Pesq. Agropec. Bras. 37(3): 407-414.

(Received for publication September 17 2008;
revised September 22 2008; accepted November 28 2008)