



백수오에 발생하는 박주가리진딧물과 택사에 발생하는 연테두리진딧물의 온도별 발육과 산자 특성

이상구¹ · 이은송² · 김용구³ · 김용일⁴ · 김장훈^{5†} · 한경숙⁶

Temperature-dependent Development and Fecundity Characteristics of *Aphis nerii* Boyer de Fonscolombe on *Cynanchum wilfordii* Hemsley and *Rhopalosiphum nymphaeae* (Linnaeus) on *Alisma orientale* (Sam.) Juzepczuk

Sang Ku Lee¹, Eun Song Lee², Yong Goo Kim³, Yong Il Kim⁴, Jang Hoon Kim^{5†}, and Kyung Sook Han⁶

ABSTRACT

Received: 2024 September 13
1st Revised: 2024 October 06
2nd Revised: 2024 October 26
3rd Revised: 2024 November 05
Accepted: 2024 November 05

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Background: In this study, we aimed to investigate the effects of temperature on the development periods of nymphs and the longevity and fecundity of adult of *Aphis nerii* (Hemiptera: Aphididae) on *Cynanchum wilfordii* (Gentianales: Apocynaceae) and *Rhopalosiphum nymphaeae* (Hemiptera: Aphididae) on *Alisma orientale* (Alismatales: Alismataceae).

Methods and Results: The experiment was conducted at five constant temperatures (15.0°C, 20.0°C, 25.0°C, 30.0°C, and 35.0°C) under 60 ± 10% relative humidity, and 16 : 8 hours (light/dark) photoperiod. The lower developmental threshold and thermal constant nymph stage of *A. nerii* were estimated using linear regression as 9.1°C and 93.5 degree-days (DD), respectively. At 25.0°C, the nymphal development periods was 5.3 days, while the adult longevity and fecundity were 30.5 days and 60.2 nymphs, respectively. For *R. nymphaeae*, the lower developmental threshold and thermal constant were estimated using linear regression as 5.0°C and 112.4 DD, respectively. At 25°C, the nymphal development period was 5.5 days, with adult longevity and fecundity recorded at 17.2 days and 76.2 nymphs, respectively.

Conclusions: This study provides valuable foundational data for controlling aphids that are damaging medicinal crops.

Key Words: *Aphis nerii*, *Rhopalosiphum nymphaeae*, *Cynanchum wilfordii*, *Alisma orientale*, Development Period, Fecundity Characteristics



서 언

백수오 (*Cynanchum wilfordii* Hemsley)는 용담목 (Gentianales) 협죽도과 (Apocynaceae) 박주가리아과 (Asclepiadoideae) 백미꽃속 (*Cynanchum*)에 속하는 다년생 덩굴성 식물로 동북아시아의 산이나 들에 자생하고, 백하수오, 큰조롱, 은조롱이라고 불리며, 덩이뿌리가 한방에서 약재로 이용되고 있다 (Youn *et al.*, 2017). 백수오 재배면적은 전국적으로 2015년 305 ha였으

나, 이슈가 되었던 가짜 백수오 사태 이후 줄어들면서 2022년 재배면적은 103 ha, 재배농가수는 314 호, 생산량은 227 톤이며, 경북지역이 70 ha로 가장 많고, 충북 16 ha, 충남 8 ha 순으로 재배되고 있다 (MAFRA, 2023).

백수오를 가해하는 곤충으로는 십자무늬진노린재 [*Tropidothorax cruciger* (Motschulsky, 1860)], 박주가리진딧물 (*Aphis nerii* Boyer de Fonscolombe, 1841), 황갈색잎벌레 (*Phygasia fulvipennis* Baly, 1874), 큰각시들명나방 [*Glyphodes quadrimaculalis* (Bremer

†Corresponding author: (Phone) +82-43-871-5674 (E-mail) jhkim53@korea.kr

¹농촌진흥청 국립농업과학원 작물보호과 박사후연구원 / Postdoctoral researcher, Department of Agro-Food Safety and Crop Protection, NAAS, RDA, Wanju 55365, Korea

²농촌진흥청 국립원예특작과학원 약용작물과 연구사 / Researcher, Department of Herbal Crop Research, NIHHS, RDA, Eumseong 27709, Korea.

³농촌진흥청 국립원예특작과학원 약용작물과 연구사 / Researcher, Department of Herbal Crop Research, NIHHS, RDA, Eumseong 27709, Korea.

⁴농촌진흥청 국립원예특작과학원 약용작물과 연구사 / Researcher, Department of Herbal Crop Research, NIHHS, RDA, Eumseong 27709, Korea.

⁵농촌진흥청 국립원예특작과학원 약용작물과 연구사 / Researcher, Department of Herbal Crop Research, NIHHS, RDA, Eumseong 27709, Korea.

⁶농촌진흥청 국립원예특작과학원 버섯과 연구관 / Researcher, Mushroom Research Division, NIHHS, RDA, Eumseong 27709, Korea.

and Grey, 1853]) 등이 알려져 있다 (Lee *et al.*, 1994). 이 중 십자무늬진딧물재에 대한 발생소장, 월동, 기주선호성 등만이 조사되어 있다 (Kim *et al.*, 2000). 박주가리진딧물 (*A. nerii*)은 열대와 아열대 지방에 널리 분포하며, 주로 협죽도과 (Apocynaceae)와 박주가리과 (Asclepiadaceae)에 피해를 주고, 몇몇 바이러스를 매개하는 것으로 알려져 있다 (Hall and Ehler, 1980; Blackman and Eastop, 2000).

질경이택사 [*Alisma orientale* (Sam.) Juzepczuk]는 택사목 (Alismatales) 택사과 (Alismataceae) 택사속 (*Alisma*)에 속하는 여러해살이 식물로 덩이줄기를 약용으로 사용한다 (Song *et al.*, 2018). 질경이택사의 2022년 재배면적은 11 ha, 재배농가수는 48 호, 생산량은 33 톤이고, 전남에서 주로 재배되고 있으며 (MAFRA, 2023), 8월 중·하순에 벼를 수확하고 같은 논에 후작으로 육묘한 택사를 이모작으로 심어 소득을 올리고 있다. 질경이택사에 발생하는 병해충으로는 *Cylindrocarpon* sp.에 의한 갈색잎마름병과 진딧물이 보고되었다 (RDA, 2019).

연테두리진딧물 [*Rhopalosiphum nymphaeae* (Linnaeus, 1761)]은 기주교대하는 다식성 진딧물로 습지와 수생식물에 서식한다 (Atousa *et al.*, 2015; Seo *et al.*, 2019). 국내에서는 발생 시기 및 생태에 대한 보고는 없으며, Park 등 (2020)에 의해 미토콘드리아 유전체의 분석에 대한 보고만 있다.

진딧물은 노린재목 (Hemiptera) 진딧물아목 (Sternorrhyncha) 진딧물상과 (Aphidoidea) 진딧물과 (Aphididae)에 속하는 곤충으로 전세계적으로 약 5,000여 종이 알려져 있으며, 우리나라에는 16 아과 477 종이 있다 (Park and Lee, 2021). 진딧물은 단위생식을 통해 개체군이 증식하며, 발육기간이 짧고 번식력이 높으며 흡즙으로 생장에 직접적인 피해를 줄 뿐만 아니라 감로 분비로 인한 그늘음병을 유발하거나 식물바이러스를 매개함으로써 식물에 간접적인 피해를 준다.

본 연구는 약용작물에 피해를 주고 있는 박주가리진딧물과 연테두리진딧물이 백수오와 질경이택사 재배 포장에서의 발생 시기를 예측하고 방제 시기 결정을 위해 온도별 약충 발육 기간, 성충 수명 및 산자 수 등의 생물적 특성을 조사하였다.

재료 및 방법

1. 시험곤충의 채집 및 사육

박주가리진딧물 (*A. nerii*)는 2021년 9월 충북 음성 국립원예특작과학원 인삼특작부 약용작물과 실험포장에서 재배하는 백수오 (*C. wilfordii*)에서 채집하였다 (Fig. 1). 박주가리진딧물을 사육하기 위해 백수오를 포트 (직경 9 cm × 높이 8 cm)에 과중하여 인삼특작부 온실에서 재배하였다. 기주식물에 접촉한 박주가리진딧물을 아크릴 케이지 (가로 20 cm × 세로 20 cm × 높이 25 cm)에 넣고 온도 25.0 ± 1°C, 광주기 16 L : 8 D, 상대습도 60 ± 10%의 항온기에서 증식하였다.

연테두리진딧물 (*R. nymphaeae*)은 2023년 7월 충북 음성 국립원예특작과학원 인삼특작부 약용작물과 실험포장에서 재배하는 질경이택사 (*A. orientale*)에서 채집하였으며 (Fig. 1), 사육하기 위해 질경이택사를 포트 (직경 9 cm × 높이 8 cm)에 과중하여 인삼특작부 온실에서 재배하였다. 기주식물에 접촉한 연테두리진딧물을 아크릴 케이지 (가로 20 cm × 세로 20 cm × 높이 25 cm)에 넣고 온도 25.0 ± 1°C, 광주기 16 L : 8 D, 상대습도 60 ± 10%의 항온기에서 증식하며 실험에 사용하였다.

2. 약충 발육 조사

페트리디쉬 (직경 5 cm × 높이 1.5 cm, SPL Life Sciences, Pocheon, Korea)에 증류수를 적신 탈지면을 깔고, 그 위에 박주가리진딧물은 백수오 잎을, 연테두리진딧물은 질경이택사 잎을 각각 직경 2 cm로 잘라 올려놓은 후 6 시간 이내에 새롭게 태어난 약충을 대해 붓을 이용하여 한 마리씩 옮겨 실험을 실시하였다.

약충 발육은 5 개 온도 (15.0 ± 1°C, 20.0 ± 1°C, 25.0 ± 1°C, 30.0 ± 1°C, 35.0 ± 1°C, 광주기 16 L : 8 D, 상대습도 60 ± 10%)의 조건에서 온도별 50 마리 이상의 개체를 처리하였다. 해부현미경 하에서 24 시간 간격으로 발육기간과 사망여부를 조사하였으며, 약충 탈피각을 확인하여 영기를 구분하였다.



Fig. 1. Damage by aphid on medicinal corps. (a) *Aphis nerii* on *Cynanchum wilfordii*, (b) *Rhopalosiphum nymphaeae* on *Alisma orientale*.

3. 온도 발육 모형

온도와 발육기간의 관계를 나타낸 선형모형은 온도별 발육기간의 역수를 취하여 온도별 발육속도로 바꾼 후 온도와의 직선회귀식을 구하였으며, 그 식은 다음과 같다.

$$r(T_c) = aT_c + b$$

$r(T_c)$ 은 발육률, T_c 는 실험온도 (°C)을 나타내고, a 는 직선회귀식의 기울기, b 는 y절편의 추정치를 나타낸다.

위의 식으로부터 발육속도가 0이 되는 온도를 발육영점온도로 정하였으며, 유효적산온도는 사육한 온도와 발육영점온도와의 차이의 평균을 발육기간에 곱한 값으로 구하였다.

4. 성충 수명 및 산자 수 조사

성충 수명을 5 개 온도 (15.0 ± 1°C, 20.0 ± 1°C, 25.0 ± 1°C, 30.0 ± 1°C, 35.0 ± 1°C, 광주기 16 L : 8 D, 상대습도 60 ± 10%)의 조건에서 약충이 네 번째 탈피를 거쳐 성충이 된 직

후부터 조사하였다. 24 시간 간격으로 성충의 산자 수와 사망 여부를 조사하였으며, 조사한 약충은 다음 조사 시 혼돈을 없게 하기 위해 제거하였다.

5. 통계분석

각 온도별 약충의 발육 기간, 성충 수명 및 산자 수 등의 처리 평균간 차이는 SAS (SAS Enterprise Guide, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA) Tukey's honestly significant difference (HSD) test를 사용하여 유의수준 5%에서 검증하였다 ($p < 0.05$).

결과 및 고찰

1. 약충의 온도발육

항온조건에서 박주거리진딧물과 연테두리진딧물 전체 약충 발육기간은 30.0°C에서 각각 4.6 일, 4.5 일로 가장 짧았고,

Table 1. Development period (days, mean ± SE) of the immature stages of *Aphis nerii* and *Rhopalosiphum nymphaeae* under five constant temperatures.

Insects / Life stage	N ¹⁾	Temperatures (°C)					
		15.0	20.0	25.0	30.0	35.0	
<i>Aphis nerii</i>	1st	50	4.3±0.50 ^a	3.2±0.56 ^b	1.7±0.48 ^{cd}	1.4±0.49 ^{cd}	1.2±0.40 ^{de}
	2nd	50	3.0±0.50 ^a	2.3±0.69 ^b	1.2±0.37 ^{de}	1.1±0.39 ^{de}	1.2±0.51 ^{de}
	3rd	50	3.6±0.53 ^a	2.0±0.41 ^b	1.2±0.40 ^{cd}	1.1±0.31 ^{cd}	1.4±0.50 ^{de}
	4th	50	4.3±0.71 ^a	2.3±0.44 ^b	1.3±0.44 ^{cd}	1.1±0.35 ^{cd}	1.9±0.36 ^e
	Total	50	15.2±1.30 ^a	9.8±0.87 ^b	5.3±0.51 ^{cd}	4.7±0.51 ^{cd}	5.7±0.62 ^{ce}
<i>Rhopalosiphum nymphaeae</i>	1st	50	2.5±0.55 ^a	1.9±0.59 ^b	1.6±0.51 ^c	1.0±0.00 ^d	-
	2nd	50	2.6±0.59 ^a	1.9±0.45 ^b	1.3±0.48 ^c	1.0±0.19 ^d	-
	3rd	50	2.6±0.49 ^a	1.9±0.33 ^b	1.2±0.38 ^c	1.1±0.36 ^c	-
	4th	50	3.2±0.39 ^a	2.3±0.52 ^b	1.4±0.50 ^c	1.4±0.49 ^c	-
	Total	50	10.8±0.86 ^a	8.1±1.04 ^b	5.5±0.57 ^c	4.5±0.51 ^c	-

¹⁾N; the number of aphid. Data represented by development period [days, means ± standard deviation (SD)]. ^aMeans followed by same letters in a row are not significantly different by Tukey's HSD test at 5% ($p < 0.05$).

Table 2. Lower threshold temperature of development and degree day of *A. nerii* and *R. nymphaeae*.

Insects / Life stage	Linear model				
	Regression	LT ¹⁾	DD ²⁾	r ²	
<i>Aphis nerii</i>	1st	Y = 0.0361X - 0.3431	9.5	27.7	0.95
	2nd	Y = 0.0451X - 0.3711	8.2	22.2	0.92
	3rd	Y = 0.0427X - 0.3387	7.9	23.4	0.93
	4th	Y = 0.0478X - 0.4808	10.1	20.9	0.96
	Total	Y = 0.0107X - 0.0977	9.1	93.5	0.95
<i>Rhopalosiphum nymphaeae</i>	1st	Y = 0.0382X - 0.2186	5.7	26.2	0.92
	2nd	Y = 0.0388X - 0.2193	5.7	25.8	0.99
	3rd	Y = 0.0365X - 0.1625	4.5	27.4	0.91
	4th	Y = 0.0308X - 0.1458	4.7	32.5	0.92
	Total	Y = 0.0089X - 0.0439	5.0	112.4	0.99

¹⁾LT; lower threshold temperature (°C). ²⁾DD; degree days.

15.0°C에서 각각 15.2 일, 10.8 일로 가장 길었다. 온도가 증가할수록 발육기간은 짧아지는 경향을 보였으며 두 종 모두 25.0°C -30.0°C에서는 유의성은 인정되지 않았고, 35.0°C에서 박주가리진딧물은 5.7 일로 발육기간이 증가하였고, 연테두리진딧물은 발육하지 못하였다 (Table 1).

두 진딧물의 온도와 발육률의 관계를 직선회귀에 의해 분석한 결과, 박주가리진딧물 1령부터 4령 약충까지 발육영점온도는 각각 9.5°C, 8.2°C, 7.9°C, 10.1°C이었고, 약충 전체 기간은 9.1°C였으며, 1령부터 4령 약충까지 유효적산온도는 각각 27.7, 22.2, 23.4, 20.9 DD이었고, 약충 전체기간은 93.5 DD였다 (Table 2). 연테두리진딧물 1령부터 4령 약충까지 발육영점온도는 각각 5.7°C, 5.7°C, 4.5°C, 4.7°C이었고, 약충 전체기간은 5.0°C였으며, 1령부터 4령 약충까지 유효적산온도는 각각 26.2, 25.8, 27.4, 32.5 DD이었고, 약충 전체기간은 112.4 DD였다 (Table 2).

진딧물 약충의 온도별 발육기간은 박주가리진딧물의 경우 다른 연구 결과가 없어 비교할 수 없었고, 연테두리진딧물의 경우 Ballou 등 (1986)은 18.0 - 30.0°C에서만 발육이 가능하고 발육기간은 10.3 일 - 6.8 일이라 하였으며, Hance 등 (1994)은 낮 30.0°C, 밤 24°C 조건에서 6.1 일이라고 하였다.

국내에 보고된 진딧물들의 25°C에서 약충 기간, 약충 기간의 발육영점온도와 유효적산온도를 Table 3에 정리하였다.

국내에 보고된 대부분의 진딧물들이 25.0°C에서 발육기간이 5.0 일 - 7.0 일로 본 조사와 발육양상이 유사하였다.

유충의 발육영점온도는 들깨진딧물 (*Aphis egomae* Shinji, 1922)이 9.9°C로 박주가리진딧물과 비슷한 발육영점온도를 보였고, 목화진딧물 (*Aphis gossypii* Glover, 1877), 복숭아혹진딧물 [*Myzus persicae* (Sulzer, 1776)], 기장테두리진딧물 [*Rhopalosiphum padi* (Linnaeus, 1758)]과 아카시아진딧물 (*Aphis craccivora* Koch, 1854)이 연테두리진딧물과 유사한 발육영점온도를 보인다. 유효적산온도는 박주가리진딧물이 다소 낮아 다른 진딧물들과 차이를 보였으나, 연테두리진딧물은 다른 진딧물들과 유사한 경향을 보였다.

2. 온도별 성충 수명과 산자 수

두 진딧물의 온도에 따른 성충 수명과 산자 수는 Table 4와 같다.

박주가리진딧물 성충의 평균수명은 20.0°C에서 32.6 일로 가장 길었으며, 35.0°C에서 8.2 일로 가장 짧았다. 성충의 산자 기간은 15.0°C, 20.0°C, 25.0°C, 30.0°C에서 각각 6.4 일, 19.9

Table 3. Development period of nymphs at 25.0°C, Lower threshold temperature of development and degree day of aphid species in Korea.

Scientific name	Development period of nymphs	LT ¹⁾	DD ²⁾	Host plant	Reference
<i>Acyrtosiphon pisum</i>	6.7			Broad bean	Ahn et al. (2021)
<i>Aphis craccivora</i>	5.7	5.3	128.4	Yardlong bean	Cho et al. (2018)
	5.6			Yardlong bean	Ahn et al. (2021)
<i>Aphis egomae</i>	7.2	9.9	108	Green perilla	Choe et al. (2006)
	5.0	5.0	106.8	Cucumber	Kim et al. (2004)
<i>Aphis gossypii</i>	10.8	4.9	221.2	Green perilla	Choe et al. (2006)
	5.9★	6.8	111.1	Cucumber	Kim et al. (2012)
<i>Aulacorthum solani</i>	7.4	0.08	162.8	Lettuce	Lee et al. (2008)
	6.5			Bean	Ahn et al. (2021)
<i>Brevicoryne brassicae</i>	6.5★	7.8	120.1	Tah Tsai Chinese cabbages	Kim et al. (2014)
<i>Lipaphis erysimi</i>	5.4			Csbbage	Kim et al. (2008)
	7.1	7.9	126.3	Cabbage	Oh et al. (2016)
<i>Macrosiphum euphorbiae</i>	6.7	2.6	144.5	Eggplant	Jeon et al. (2019)
<i>Myzus persicae</i>	5.4	4.9	116.5	Chinese cabbage	Kim and Kim (2004)
	5.2★	3.0	111.1	Red pepper	Kim et al. (2012)
<i>Rhopalosiphum padi</i>	5.9	8.3	101.6	Corn	Park et al. (2016)
	5.0	5.6	100.7	Barley	Park et al. (2017)
	5.1			Barley	Ahn et al. (2021)
<i>Schizaphis graminum</i>	5.2	6.8	105.9	Barley	Lee et al. (2007)

¹⁾LT; lower threshold temperature (°C). ²⁾DD; degree days. ³⁾Development period of aphid species at 24.0°C.

Table 4. Life span (days, mean \pm SE) and fertility of adult *A. nerii* and *R. nymphaeae* at five different temperatures.

Insects / Life stage		Temperatures (°C)				
		15.0	20.0	25.0	30.0	35.0
<i>Aphis nerii</i>	Pre-oviposition	1.2 \pm 0.97 ^b	0.6 \pm 0.62 ^{bc}	0.4 \pm 0.50 ^c	0.3 \pm 0.48 ^c	8.2 \pm 2.22 ^a
	Oviposition	6.4 \pm 2.79 ^b	19.9 \pm 5.40 ^a	19.4 \pm 2.96 ^a	18.2 \pm 3.17 ^a	-
	Pro-oviposition	2.4 \pm 1.33 ^b	12.1 \pm 8.17 ^a	10.5 \pm 3.26 ^a	5.2 \pm 2.99 ^b	-
	Total	10.1 \pm 2.98 ^c	32.6 \pm 11.26 ^a	30.5 \pm 3.82 ^a	23.8 \pm 4.56 ^b	8.2 \pm 2.22 ^c
	Fecundity	15.2 \pm 7.00 ^c	59.6 \pm 17.95 ^a	60.2 \pm 10.14 ^a	41.7 \pm 12.18 ^b	-
<i>Rhaphalosiphum nymphaeae</i>	Pre-oviposition	0.8 \pm 0.53 ^a	0.3 \pm 0.46 ^b	0.2 \pm 0.41 ^b	0.4 \pm 0.50 ^b	-
	Oviposition	18.4 \pm 5.86 ^a	19.1 \pm 7.01 ^a	13.2 \pm 6.24 ^b	7.2 \pm 3.53 ^c	-
	Pro-oviposition	10.0 \pm 7.77 ^a	8.8 \pm 7.31 ^a	3.8 \pm 4.57 ^b	1.1 \pm 1.41 ^b	-
	Total	29.2 \pm 11.43 ^a	28.2 \pm 11.86 ^a	17.2 \pm 9.15 ^b	8.6 \pm 4.43 ^c	-
	Fecundity	81.9 \pm 20.80 ^a	83.6 \pm 28.44 ^a	76.0 \pm 31.54 ^a	45.9 \pm 23.35 ^b	-

Data represented by development period [days, means \pm standard deviation (SD)]. *Means followed by same letters in a row are not significantly different by Tukey's HSD test at 5% ($p < 0.05$).

일, 194 일, 18.3 일이었고, 평균 산자 수는 15.0°C, 20.0°C, 25.0°C, 30.0°C에서 각각 15.2 마리, 59.6 마리, 60.2 마리, 41.7 마리였으며, 35.0°C에서는 산자하지 못하고 죽었다.

연테두리진딧물 성충의 평균수명은 15.0°C에서 29.2 일로 가장 길었으며, 30.0°C에서 8.6 일로 가장 짧았다. 성충의 산자 기간은 15.0°C, 20.0°C, 25.0°C, 30.0°C에서 각각 18.4 일, 19.1 일, 13.2 일, 7.2 일이었고, 평균 산자 수는 15.0°C, 20.0°C, 25.0°C, 30.0°C에서 각각 81.9 마리, 83.6 마리, 76.0 마리, 45.9 마리였으며, 35.0°C에서는 산자하지 못하고 죽었다.

박주가리진딧물 성충의 일별 평균산자수는 Fig. 2과 같다.

최대산자기간은 15.0°C, 20.0°C, 25.0°C, 30.0°C에서 각각 9 일, 34 일, 25 일, 24 일이었고, 전체 산자 수의 50%에 이르는 기간은 각각 5 일, 8 일, 6 일, 6 일이었다. 연테두리진딧물 성충의 일별 평균산자수는 Fig. 3과 같다. 최대산자기간은 15.0°C, 20.0°C, 25.0°C, 30.0°C에서 각각 32 일, 32 일, 21 일, 13 일이었고, 전체 산자 수의 50%에 이르는 기간은 각각

11 일, 10 일, 6 일, 5 일이었다.

성충의 평균수명과 산자 수는 박주가리진딧물의 경우, Croeters와 Dingle (1989)은 25.0°C에서 성충 수명과 산자 수가 각각 27.4 일, 64.9 마리라 보고하였고, 연테두리진딧물의 경우, Hance 등 (1994)이 낮 30.0°C, 밤 24.0°C 조건에서 각각 12.6 일, 36.8 마리라 하였다.

국내에 보고된 진딧물 성충의 수명과 산자 수를 Table 5에 정리하였다. 25.0°C에서 성충 수명은 무테두리진딧물 [*Lipaphis erysimi* (Kaltenbach, 1843)]이 24.1 일 (Kim *et al.*, 2008), 21.0 일 (Oh *et al.*, 2016)로 가장 길었고, 복숭아혹진딧물이 8.4 일 (Kim *et al.*, 2005)로 가장 짧았다.

진딧물 성충의 산자 수는 무테두리진딧물이 75.8 마리 (Oh *et al.*, 2016)로 가장 많았고, 싸리수염진딧물 [*Aulacorthum solani* (Kaltenbach, 1843)]이 13.1 마리 (Lee *et al.*, 2008)로 가장 적었다. 본 조사의 두 진딧물은 다른 진딧물들보다 평균 수명이 길었고, 산자 수 또한 많은 경향을 보였다.

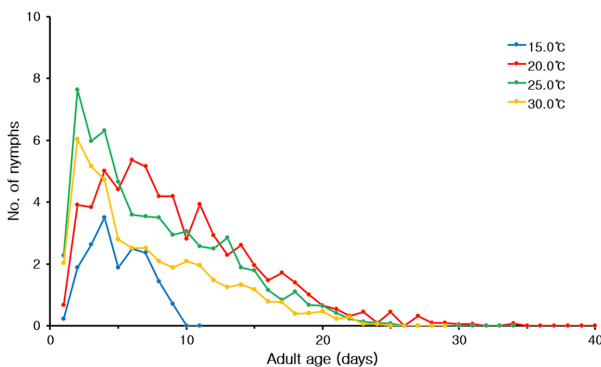


Fig. 2. Daily fecundity of *A. nerii* under four constant temperatures.

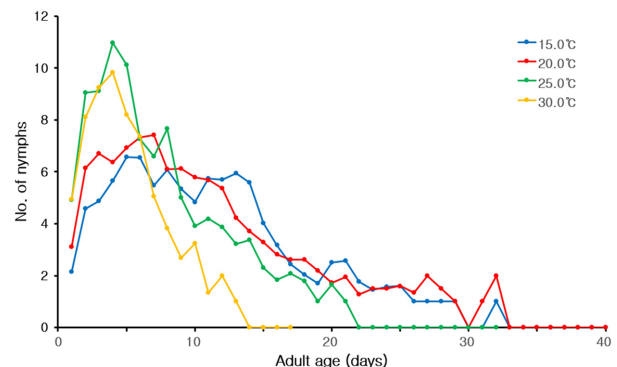


Fig. 3. Daily fecundity of *R. nymphaeae* under four constant temperatures.

Table 5. Adult longevity and fecundity of aphid species at 25.0 °C in Korea.

Scientific name	Adult longevity	Fecundity	Host plant	Reference
<i>Acyrtosiphon pisum</i>	10.9	56.2	Broad bean	Ahn et al. (2021)
<i>Aphis craccivora</i>	10.5	37.2	Yardlong bean	Cho et al. (2018)
	13.3	36.9	Yardlong bean	Ahn et al. (2021)
<i>Aphis gossypii</i>	8.5	37.5	Cucumber	Kim and Kim (2004)
<i>Aulacorthum solani</i>	11.5	13.1	Lettuce	Lee et al. (2008)
	14.2	42.5	Bean	Ahn et al. (2021)
<i>Brevicoryne brassicae</i>	13.7 ²	58.6 ²	Tah Tsai Chinese cabbages	Kim et al. (2014)
<i>Lipaphis erysimi</i>	24.1	64.2	Csbbage	Kim et al. (2008)
	21.0	75.8	Cabbage	Oh et al. (2016)
<i>Macrosiphum euphorbiae</i>	10.6	27.4	Eggplant	Jeon et al. (2019)
<i>Myzus persicae</i>	8.4	41.8	Chinese cabbage	Kim et al. (2005)
	9.3	31.7	Corn	Park et al. (2016)
<i>Rhopalosiphum padi</i>	12.9	70.2	Barley	Park et al. (2017)
	14.2	70.2	Barley	Ahn et al. (2021)
<i>Schizaphis graminum</i>	18.7	53.7	Barley	Kim et al.(2007)

*Adult longevity and fecundity of aphid species at 24.0?.

온도는 진딧물의 발육, 생존, 번식에 영향을 주는 중요한 인자이다. 기후변화에 의한 온난화는 해충과 농작물 재배 환경의 변화를 가져오며 이러한 변화는 해충이 농작물을 가해하는 시간이 늘어나게 되므로 기후변화와 온난화를 고려한 해충군 관리가 필요하다.

박주가리진딧물과 연테두리진딧물을 포함한 대부분의 진딧물은 25.0°C에서 5.0 – 7.0 일 사이의 짧은 발육 기간을 가지며, 성충은 1주일 이내에 전체 산자 수의 50%를 산자한다. 이처럼 짧은 기간에 발육과 번식이 이루어지므로 작물 재배 포장에서 초기에 진딧물 발생을 예찰하고, 이와 더불어 발생 초기 낮은 밀도에서의 빠른 방제가 중요하다.

약용작물에 피해를 주는 진딧물의 발육과 관련된 연구결과는 보고 된 바 없다. 본 연구에서는 박주가리진딧물과 연테두리진딧물 약충의 발육 기간과 성충 수명 및 산자 수 등을 연구하여 약용작물 재배 시 두 진딧물의 발생 시기를 예측하고 방제시기를 결정하는데 기초자료로서 도움을 줄 것으로 생각된다.

감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 국립원예특작과학원 연구개발사업 ‘소면적 약용작물 병해충 모니터링 및 방제기술개발’(과제번호 : PJ01514502)과 RDA 펠로우십 프로그램의 지원에 의해 이루어진 것으로 이에 감사드립니다.

REFERENCES

Ahn JJ, Choi KS, Seo BY and Jung JK. (2021). Effects of temperature on the development and reproduction of four species of aphids(Hemiptera: Aphididae) damaging cereal crops. Korean Journal of Applied Entomology. 60:339-355.

Atousa FH, Jalaeian M and Meprparvar M. (2015). First report of *Rhopalosiphum nymphaeae*(L)(Hem.: Aphididae) on *Azolla filiculoides* from Iran and its male formation on secondary host plant. Journal of Crop Protection. 4:557-561.

Ballou JK, Tsai JH and Center TD. (1986). Effects of temperature on th development, natality, and longevity of *Rhopalosiphum nymphaeae*(L.)(Homoptera: Aphididae). Environmental Entomology. 15:1096-1099.

Blackman RL and Eastop VF. (2000). Aphids on the World’s Crops: An identification and information guide. Johe Wiley and Sons Ltd. Chichester, England. p.235.

Cho JR, Kim JH, Choi BR, Seo BY, Kim KH, Ji CW, Park CG and Ahn JJ. (2018). Thermal effects on the development, fecundity and life table parameters of *Aphis craccivora* Koch(Hemiptera: Aphididae) on yardlong bean(*Vigna unguiculata* subsp. *sesquipedalis*(L.)). Korean Journal of Applied Entomology. 57:261-269.

Choe YS, Park DG, Han KS and Choe KR. (2006). Temperature-dependent development of *Aphis gossypii* Glover and *Aphis egomae* Shinji on leaves of green perilla and their seasonal abundance patterns in protected greenhouse in Guemsan, Korea. Korean Journal of Applied Entomology. 45:269-274.

Groeters FR and Dingle H. (1989). The cost of being able to fly in the milkweed-oleander aphid, *Aphis nerii*(Homoptera:

- Aphididae). *Evolutionary Ecology*. 3:313-326.
- Hall RW and Ehler LE.** (1980) Population ecology of *Aphis nerii* on oleander. *Environmental Entomology*. 9:338-344.
- Hance Th, Nibelle D, Lebrun Ph, Van Impe G and Van Hove C.** (1994). Selection of *Azolla* forms resistant to the water lily aphid, *Rhopalosiphum nymphaeae* life history of *Rhopalosiphum nymphaeae*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*. 70:11-17.
- Jeon SW, Kim KH, Lee SG, Lee YH, Park SK, Kang WS, Park BY and Kim KH.** (2019). Temperature-dependent development models and fertility life table of the potato aphid *Macrosiphum euphorbiae* Thomas on eggplant. *Korean Journal of Environmental Biology*. 37:568-578.
- Kim DI, Choi DS, Ko SJ, Kang BR, Park CG, Kim SG, Park JD and Kim SS.** (2012). Comparison of development times of *Myzus persicae*(Hemiptera: Aphididae) between the constant and variable temperatures and its temperature-dependent development models. *Korean Journal of Applied Entomology*. 51:431-438.
- Kim DI, Ko SJ, Choi DS, Kang BR, Park CG, Kim SG, Park JD and Kim SS.** (2012). Comparison of temperature-dependent development model of *Aphis gossypii*(Hemiptera: Aphididae) under constant temperature and fluctuating temperature. *Korean Journal of Applied Entomology*. 51:421-429.
- Kim DY, Chang SK, Jeong HU, Kim MJ and Kim IS.** (2008). Development of the turnip aphid, *Lipaphis erysimi* Kalténbach (Homoptera: Aphididae), and test of insecticidal efficacy of some commercial natural products. *International Journal of Industrial Entomology and Biomaterials*. 16:93-99.
- Kim JS and Kim TH.** (2004). Development time and development model of the green peach aphid, *Myzus persicae*. *Korean Journal of Applied Entomology*. 43:305-310.
- Kim JS and Kim TH.** (2004). Temperature-dependent Fecundity and life table parameters of *Aphis gossypii* Glover(Homoptera: Aphididae) on cucumber plants. *Korean Journal of Applied Entomology*. 43:211-215.
- Kim JS, Kim TH and Lee SG.** (2005). Bionomics of the green peach aphid(*Myzus persicae* Sülzer) adults on chinese cabbage (*Brassica campestris*). *Korean Journal of Applied Entomology*. 44:213-217.
- Kim JS, Kim YH, Kim TH, Kim JH, Byeon YW and Kim KH.** (2004). Temperature-dependent development and its model of the melon aphid, *Aphis gossypii* Glover(Homoptera: Aphididae). *Korean Journal of Applied Entomology*. 43:111-116.
- Kim JS, Lee JH, Kim TH, Lee SG and Yun JC.** (2007). Life table of the greenbug, *Schizaphis graminum*(Rondani)(Homoptera: Aphididae) on barley, *Hordeum vulgare* L. *Korean Journal of Applied Entomology*. 46:37-42.
- Kim SH, Kim KH, Hwang CY, Lim JR, Kim KH and Jeon SW.** (2014). Life table analysis of the cabbage aphide, *Brevicoryne brassicae*(Linnaeus)(Homoptera: Aphididae), on Tah Tsai Chinese cabbages. *Korean Journal of Applied Entomology*. 53:449-456.
- Kim TH, Lim KY, Kwak JS, Kim CS, Choi KH and Kim J.** (2000). Bionomics of *Tropidothorax cruciger*(Motschulsky) on *Cynanchum wilfordii* Hemsley in Chinan, Chonbuk province. *Korean Journal of Applied Entomology*. 39:165-169.
- Park JK and Lee JE** (2021). Check list of insects from Korea. Korean Society of Applied Entomology and Entomological Society of Korea. Deagu, Korea. p.90-107.
- Lee JH, Kim TH, Kim JS, Hwang CY and Lee SG.** (2007). Temperature-dependent development and its model of greenbug, *Schizaphis graminum*(Rondani)(Homoptera: Aphididae). *Korean Journal of Applied Entomology*. 46:213-219.
- Lee MH, Choi KM, Han MJ, An SB, Lee SH, Choi JY and Choi DN.** (1994). Illustrated insect pests on medicinal crops. National Institute of Agricultural Sciences. Rural Development Administration. Wanju, Korea. p.189.
- Lee SG, Kim HH, Kim TH, Park GJ, Kim KH and Kim JS.** (2008). Development model of the foxglover aphid, *Aulacorthum solani*(Kaltenbach) on lettuce. *Korean Journal of Applied Entomology*. 47:359-364.
- Lee SG, Kim HH, Kim TH, Park GJ, Kim KH and Kim JS.** (2008). Longevity and life table of the foxglover aphid (*Aulacorthum solani* K.) adults on lettuce(*Lactuca sativa* L.). *Korean Journal of Applied Entomology*. 47:365-368.
- Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs(MAFRA).** (2023). 2022 Production performance of special crops. Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs. Sejong, Korea. p.31-63.
- Oh SO, Kwon SH, Kim TO, Park JH and Kim DS.** (2016). Temperature-driven models of *Lipaphis erysimi*(Hemiptera: Aphididae) based on its development and fecundity on gabbage in the laboratory in jeju, Korea. *Korean Journal of Applied Entomology*. 55:119-128.
- Park CG, Choi BR, Cho JR, Kim JH and Ahn JJ.** (2017). Thermal effects on the development, fecundity and life table parameters of *Rhopalosiphum padi*(Linnaeus)(Hemiptera: Aphididae) on barley. *J. Asia-Pacific Entomol*. 20:767-775.
- Park JH, Kim YS, Hong X, Park JS and Lee WH.** (2020). The complete mitochondrial genome of *Rhopalosiphum nymphaeae* (Linnaeus, 1761)(Homoptera: Aphididae). *Mitochondrial DNA Part B*. 5:1613-1615.
- Park JH, Kwon SH, Kim TO, Oh SO and Kim D.S.** (2016). Temperature-dependent development and fecundity of *Rhopalosiphum padi*(L.)(Hemiptera: Aphididae) on corns. *Korean Journal of Applied Entomology*. 55:149-160.
- Rural Development Administration(RDA).** (2019). Medicinal crops. Rural Development Administration. Wanju, Korea. p.268-275.
- Seo HY, Kang UY, Oh HY, Lee MH and Lee SH.** (2019) The aphids of Korea I(Hemiptera: Aphididae). National Institute of Biological Resources. Incheon, Korea. p.140-143
- Song JH, Lee JH, Kim EJ and Kim YH.** (2018). The effects of *Alismatis rhizoma* extract on allerfic inflammation in RBL-2H3 mast cells and OVA/alum-sensitized mice. *The Journal of Pediatrics of Korean Medicine*. 32:1-15.
- Youn CK, Kim KH, Kim IJ, Hong ST, Hong EY and Kim YK.** (2017). Effects of incorporation of green manure crops on growth and quality in *Cynanchum wilfordii* Hemsley. *Korean Journal of Medicinal Crop Science*. 25:115-120.