

Uticaj temperature na dužinu života imaga, broj položenih jaja i stope reprodukcije leptiraste vaši (*Trialeurodes vaporariorum* W.)

Pantelija Perić

Institut za pesticide i zaštitu životne sredine, Beograd

REZIME

Utvrđena je dužina života imaga, fertilitet leptiraste vaši, stopa preživljavanja različitih stadijuma razvića, kao i prosečan broj ženskog potomstva bele leptiraste vaši (*Trialeurodes vaporariorum*) na tri konstantne (18, 22 i 27°C) i jednoj promenljivoj (18/7°C) temperaturi.

Promena temperature je obrnuto proporcionalna dužini života imaga. Povišenjem temperature od 18/7°C na 27°C smanjuje se dužina života bele leptiraste vaši za 3.3 puta.

Na temperaturama od 18°C i 22°C bela leptirasta vaš polaže najveći broj jaja (147 i 126), a niže i više temperature utiču na smanjenje broja položenih jaja.

Polovina potomstva ispitivane laboratorijske rase bele leptiraste vaši (49.5%) su mužjaci, što direktno utiče na smanjenje vrednosti stope reprodukcije i stope rasta leptiraste vaši.

Najpovoljnije razviće bele leptiraste vaši ostvareno je na 18°C, a predstavljeno je maksimalnim brojem položenih jaja i najvećim prosečnim brojem potencijalnog i stvarnog ženskog potomstva (68.2 i 58.3) u odnosu na druge temperature. Posledica dugog pravog trajanja generacije od 50.8 dana izražena je u niskoj vrednosti kapaciteta rasta (0.074) i unutrašnje stope rasta (0.080). Sa povišenjem temperature na 22°C, odnosno 27°C period ovipozicije leptiraste vaši imao je tendenciju daljeg skraćivanja. Više temperature utiču na snižavanje ukupnog broja položenih jaja, potencijalnog i pravog ženskog potomstva, ali i na povećanje stope rasta.

Ključne reči: Bela leptirasta vaš; *Trialeurodes vaporariorum*; dužina života; broj položenih jaja; stope reprodukcije; uticaj različitih temperatura

UVOD

Brojni faktori utiču na dužinu života imaga i broj položenih jaja bele leptiraste vaši (*Trialeurodes vaporariorum* Westwood). Najznačajniji od njih su: temperatura sredine, vrsta biljke domaćina, starost lišća i hranidbeni status biljke domaćina. Različite aspekte

razvića i ponašanja ove štetočine obrađivali su mnogi istraživači (Burnett, 1949; Eijsackers, 1969; Curry i Pimentel, 1971; Woets i Lenteren, 1976; Madueke, 1979; Chistochowitz i sar., 1981; Perić, 2005).

Podatke o razlikama u dužini života imaga i broju položenih jaja bele leptiraste vaši na različitim biljkama domaćinima prezentovali su Lloyd (1922), Curry i

Pimentel (1971) i Ibrahim (1975). Tako je Lloyd (1922) zabeležio prosečnu dužinu života imaga u trajanju od 104 dana sa 534 položenih jaja na crvenoj mrtvoj koprivi, a na goluždravki od 20 dana sa 12 jaja. Woets i Lenteren (1976) su takođe potvrdili da dužina života i broj položenih jaja značajno variraju od vrste domaćina (na plavom patlidžanu 28 dana i 286 jaja, a na slatkoj paprici 5 dana i 3 jaja).

Bela leptirasta vaš preferira ovipoziciji na mladom lišću biljaka domaćina, a kada je raspoloživo samo starije lišće broj položenih jaja se smanjuje (Burnett, 1949; Hussey i Gurney, 1957). Burnett (1949) je našao da na mladom lišću paradajza imaga bele leptiraste vaš žive duže na 15°C, sa prosekom dužine života imaga od 50 dana, iako je prosečan broj položenih jaja bio samo 94.

Temperatura se pojavljuje kao primarni faktor koji utiče na dužinu života imaga i broj položenih jaja. Postoje razlike u broju položenih jaja na sličnoj temperaturi (Burnett, 1949; Curry i Pimentel, 1971; Ibrahim, 1975; Woets i Lenteren, 1976). Na nižim temperaturama (12-18°C) broj položenih jaja raste do 319, a sa povišenjem temperature dužina života imaga i broj položenih jaja opadaju (Burnett, 1949; Ibrahim, 1975).

Razviće bele leptiraste vaš na ekonomski najprihvatljivijem režimu temperature gajenja paradajza (18°C danju i 7°C noću) traje 60 dana, sa dugim periodom ovipozicije od 42 dana. Ovo je značajno sa aspekta biološkog suzbijanja leptiraste vaš, jer njen parazito-id *Encarsia formosa* u tim uslovima ima znatno kraće razviće (40 dana) i ovipozicionu aktivnost od oko 30 dana (Chistochowitz i sar., 1981).

Predmet istraživanja u okviru ovog radu bio je utvrđivanje uticaja temperature na dužinu života imaga, fertilitet leptiraste vaš, stope preživljavanja različitih stadijuma razvića, kao i prosečan broj ženskog potomstva. Takođe, utvrđena je prosečna starost ženki u grupnom i pojedinačnom produkovanju potomstva ženki (grupno i pravo vreme generacije) i stope porasta testiranih jedinki leptiraste vaš.

MATERIJAL I METODE

Bela leptirasta vaš je prikupljena sa spontane flore u Zemunu i gajena u klima-komori kao domaćin *Encarsia* spp.

Razviće bele leptiraste vaš ispitivano je na biljkama domaćinima na različitim konstantnim temperatura-

ma (18, 22 i 27°C) i jednoj promenljivoj (18°C danju i 7°C noću – u daljem tekstu 18/7°C). Oko 20 ženki bele leptiraste vaš je polagalo jaja tokom 16 časova, koristeći kaveze – petri-šolje za njihovo zatvaranje na listu. Na kraju ovog perioda, sve bele leptiraste vaš bile su uklonjene, a jaja su inkubirana na eksperimentalnim temperaturama. Razviće embriona, larve i nimfe do imaga bele leptiraste vaš, praćeno je svakodnevno uz pomoć stereomikroskopa sve dok nisu izašli kao imaga ili do smrti razvojnih stadijuma.

Ispitivanje ovipozicije bele leptiraste vaš obavljeno je modifikovanom metodom, koju je opisao Burnett (1949). Polaganje jaja je praćeno svakodnevno pod mikroskopom, a svakog drugog dana ženke su premeštane na sveže biljke do smrti. Posmatrano je 30 ženki na svakoj temperaturi. Registrovane su slučajno uginule ili izgubljene ženke tokom trajanja oglada i bile isključene iz rezultata.

Procena odnosa porasta u kojim se populacije mogu umnožavati, računata je iz uzrasno specifičnog fertiliteta i odnosa preživljavanja posmatranog u definisanim uslovima sredine. Koristeći proceduru koju su opisali Birch (1948), Nickel (1960), Southwood (1962, 1978), Pielou (1977) i Carey (1993) izračunati su sledeći parametri: bruto stopa reprodukcije (G), neto stopa reprodukcije (R_0), prirodna stopa rasta (r_m), konačna stopa rasta (λ), pravo trajanje generacije (T), grupno trajanje generacije (T_c), kapacitet rasta (r_c) i razlika rasta (r_m/r_c).

REZULTATI I DISKUSIJA

U Tabeli 1 prikazani su dužina života imaga, broj položenih jaja i stope reprodukcije leptiraste vaš na tri konstantne i jednoj promenljivoj temperaturi. Maksimum dužine života imaga i broja položenih jaja (56.1 dana i 109.7 jaja) postignuti su na 18/7°C. Povišenjem temperature na 18 i 22°C dolazi do smanjenja dužine života i povećanja broja položenih jaja (41.3 dana i 147.0 jaja, odnosno 26.6 dana i 125.6 jaja). Na 27°C postoji tendencija daljeg smanjenja dužine života imaga, ali i značajnijeg smanjenja broja položenih jaja (17.1 dana i 88.5 jaja).

Odnos polova leptiraste vaš kod laboratorijske rase varirao je s vremena na vreme i na različitim temperaturama iznosio u proseku 49.5% ženki i 50.5% mužjaka. Visok procenat mužjaka utiče na smanjenje potencijala ženskog potomstva (G – bruto stope reprodukcije) od 51.1, 68.2, 61.0 i 49.8 na 18/7, 18, 22 i 27°C.

Tabela 1. Dužina života, broj položenih jaja i stope reprodukcije leptiraste vaši
Table 1. Life span, fecundity and reproduction rate of greenhouse whitefly

t°C	Broj testiranih ženki No. females tested	Prosečna dužina života imaga (dani ± SE) Average imago life span (days ± SE)	Prosečan broj položenih jaja (jaja ± SE) Average No. eggs laid (eggs ± SE)	Bruto stopa reprodukcije (G) Gross reproductive rate (G)	Neto stopa reprodukcije (R ₀) Net reproductive rate (R ₀)
18/7	30	56.1 ± 7.44	109.7 ± 8.51	51.14	39.82
18	30	41.3 ± 2.56	147.0 ± 16.57	68.17	58.35
22	30	26.6 ± 2.33	125.6 ± 11.48	60.97	54.15
27	30	17.1 ± 1.27	88.5 ± 11.82	49.83	41.65

Žensko potomstvo (R₀ – neto stopa reprodukcije) dobijeno je množenjem potencijalnog ženskog potomstva sa stopom preživljavanja potomstva (l_x) na ispitivanim temperaturama. Stopa preživljavanja leptiraste vaši bila je u rasponu od 79% do 90% (na 18/7°C odnosno 22°C). Brojnost ženskog potomstva, kod testirane populacije leptiraste vaši, je relativno niska i iznosi 39.8, 58.3, 54.1 i 41.6 na 18/7, 18, 22 i 27°C. Prosečna brojnost dnevnog polaganje jaja (muška + ženska) značajno se povećava sa povišenjem temperature (od 2.0, 3.6, 4.7 do 5.2 jaja).

U Tabeli 2 i Grafikonima 1-4 prikazani su prosečno dnevno polaganje jaja po ženki leptiraste vaši i glavni reproduktivni pokazatelji, na eksperimentalnim temperaturama, a koji su bazirani samo na ženskom potomstvu.

Polaganje jaja ženki leptiraste vaši, na 18/7°C, počinje nakon 2.7 dana posle eklozije i traje kontinuirano 56.1 dan, ali sa vrlo niskom prosečnom brojnošću od 0.9 jaja (iz kojih se razvijaju ženke) na dan. Maksimalan broj položenih jaja, od 3.2 na dan, dešava se 16-og dana života ženke. Tokom prvih 5 i 10 dana života ženka položi samo 4.9 i 24.1% jaja od ukupnog potencijala. Ovako niska, duga i kontinuirana ovipozicija uslovlja je nizak profil krive položenih jaja (Grafikon 1). Sporo razviće i najniži nivo ženskog potomstva (39.8), na 18/7°C, vodi u dugo grupno trajanje

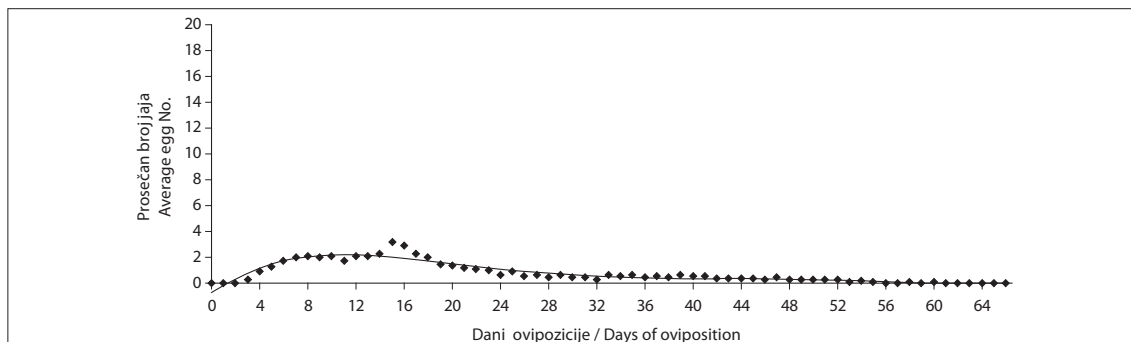
nje generacije od 67.2 dana i nizak kapacitet rasta (r_c) od 0.055. Prirodna stopa rasta (r_m) imala je nisku vrednost (0.059), sa visokom razlikom rasta (r_m/r_c) od 7.27, koja ukazuje na veliko preklapanje generacija. Za jedno grupno trajanje generacije, konačna stopa rasta (λ) bila je 1.06.

Na 18°C ovipozicija leptiraste vaši počinje nakon 2.1 dana posle eklozije i traje 41.3 dana, sa prosečnom brojnošću jaja (iz kojih se razvijaju ženke) od 1.7 na dan. Maksimalan broj jaja (3.6) ženka položi 11. i 13-og dana života. Za 10 dana položi 31.7% jaja od ukupnog potencijala. Kriva položenih jaja ima, takođe, nizak profil i jaku spljoštenost u odnosu na x-osu (Grafikon 2). Dugo razviće, značajna dužina života imaga i najveća brojnost ženskog potomstva leptiraste vaši od 58.3, vodi u dugo grupno trajanje generacije od 55.2 dana i relativno nizak kapacitet rasta od 0.074. Prirodna stopa rasta imala je višu vrednost (0.080), sa visokom razlikom rasta od 8.11 i konačnom stopom rasta od 1.08.

Na 22°C ženke leptiraste vaši počinju da polažu jaja tokom prvog dana po ekloziji, a ovipozicija traje 26.6 dana sa prosečnom brojnošću od 2.1 jaja na dan. Maksimalan dnevni broj jaja (3.6) postiže šestog dana. Tokom prvih 5 i 10 dana života ženka položi 24.4 i 51.8% jaja od ukupnog potencijala. Ovakva distribucija uslovlja je nizak profil krive položenih jaja, sa maksimumom trećeg dana ovipozicije (Grafikon 3). Žensko

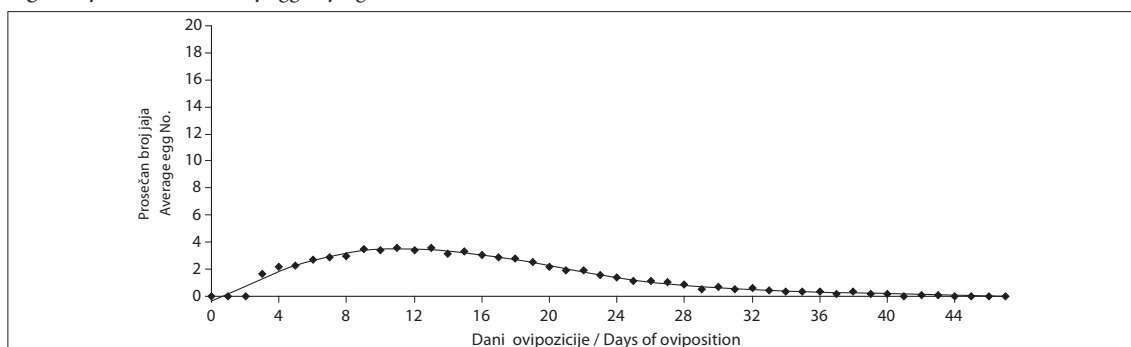
Tabela 2. Glavni pokazatelji reprodukcije leptiraste vaši
Table 2. Principal indicators of whitefly reproduction

t°C	Grupno trajanje generacije (Tc) Cohort generation time (Tc)	Pravo vreme generacije (T) True generation time (T)	Kapacitet rasta (r _c) Capacity for increase (r _c)	Prirodna stopa rasta (r _m) Intrinsic rate of increase (r _m)	Konačna stopa rasta (λ) Finite rate of increase (λ)	Razlika rasta (r _m /r _c) Growth difference (r _m /r _c)
18/7	67.25	62.44	0.055	0.059	1.06	7.27
18	55.19	50.83	0.074	0.080	1.08	8.11
22	39.81	35.96	0.100	0.111	1.12	11.00
27	27.95	26.83	0.133	0.139	1.15	4.51



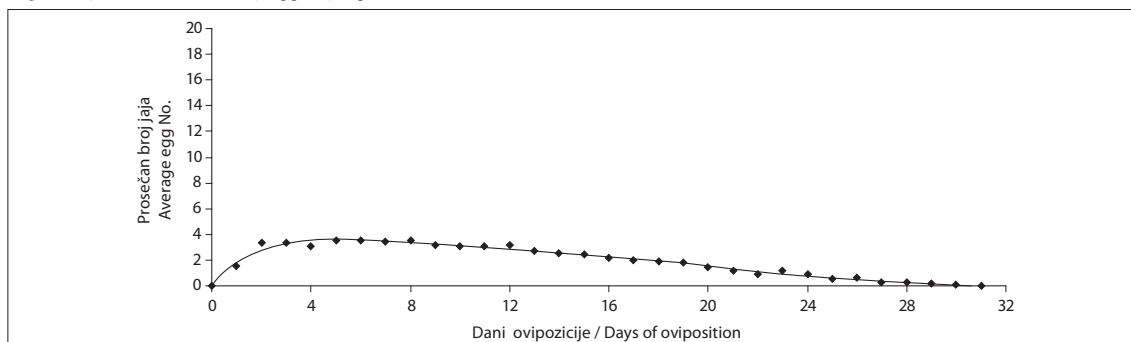
Graf. 1. Dinamika polaganja jaja bele leptiraste vaši na 18/7°C

Fig. 1. Dynamics of whitefly eggs laying at 18/7°C



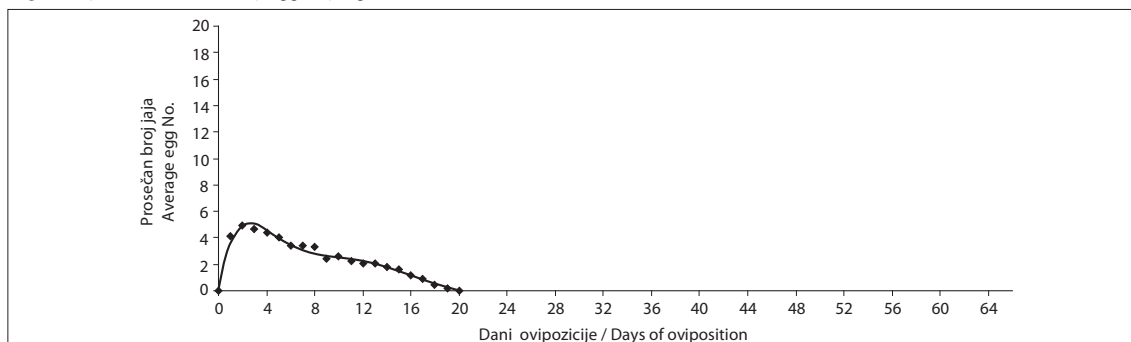
Graf. 2. Dinamika polaganja jaja bele leptiraste vaši na 18°C

Fig. 2. Dynamics of whitefly eggs laying at 18°C



Graf. 3. Dinamika polaganja jaja bele leptiraste vaši na 22°C

Fig. 3. Dynamics of whitefly eggs laying at 22°C



Graf. 4. Dinamika polaganja jaja bele leptiraste vaši na 27°C

Fig. 4. Dynamics of whitefly eggs laying at 27°C

potomstvo od 54.15, na 22°C, vodi u kraće grupno trajanje generacije od 39.8 dana i viši kapacitet rasta od 0.100. Prirodna stopa rasta imala je višu vrednost (0.111), sa najvećom razlikom rasta od 11.0, koja ukazuje na veliko preklapanje generacija. Za jedno grupno trajanje generacije, konačna stopa rasta bila je 1.120.

Bela leptirasta vaš ima sličan reproduktivni model na 27°C (Grafikon 4), kao u prethodnom slučaju. Ovipozicija počinje tokom prvog dana po ekloziji i kraća je za 35.7% nego na 22°C. Prosečna brojnost jaja je 2.7 na dan, sa maksimumom od 5.0 jaja, koji je ostvaren drugog dana ovipozicije. Za 5, odnosno 10 dana ovipozicije položi 44.6, odnosno 74.9% jaja. Prikazana ovipozicija uslovlila je najviši profil krive položenih jaja kod leptiraste vaši, sa izraženim pikom u početku polaganja jaja. Konačna stopa rasta je 1.15 i veća je za 2.6% nego na 22°C. Kratka dužina života (17.1 dan) i mala brojnost ženskog potomstva od 41.6, vodi u relativno kratko grupno trajanje generacije od 27.9 dana, najveći kapacitet rasta od 0.133 i prirodnu stopu rasta od 0.139. Razlika rasta imala je najnižu vrednost (4.51), što ukazuje na najmanje preklapanje generacija u odnosu na nižu temperaturu.

Dužina života imaga i broj položenih jaja bele leptiraste vaši, na različitim biljkama i temperaturama, detaljno su dokumentovani u literaturi (Burnett, 1949; Hussey i Gurney, 1957; Curry i Pimentel, 1971; Ibrahim, 1975; Woets i Lenteren, 1976; Madueke, 1979; Christochwitz i sar., 1981; Laan i sar., 1982; Kajita i Lenteren, 1982; Lenteren i Hulspar-Jordan, 1983). Podaci koje su nam autori predstavili dosta su različiti, ali sa jedinstvenim zaključkom da se bela leptirasta vaš bolje razvija na temperaturi oko 18°C, a na višoj se skraćuje dužina života i smanjuje broj položenih jaja.

Madueke (1979) je istraživala dužinu života i broj položenih jaja leptiraste vaši na tri konstantne temperature. Maksimum dužine života imaga od 37.3 dana i broja položenih jaja od 118.4 postignut je na 18°C. Povišenje temperature od 22.5 do 27°C vodi snižavanju dužine života imaga i broja položenih jaja od 25.3 na 14.8 dana, odnosno od 100.5 na 62.4 jaja. Potencijal ženskog potomstva je za 2.3 puta veći na 18 nego na 27°C. Međutim, na višim temperaturama utvrdila je veću stopu rasta, sa malom razlikom rasta i slabim preklapanjem generacija.

Naša istraživanja su potvrdila konstatacije pomenutih istraživača. Tako je bela leptirasta vaš pokazala maksimum dužine života imaga (56.1 dan) na 18/7°C, sa maksimalnim brojem položenih jaja od 147, na 18°C. Dužina života i broj položenih jaja ima-

li su najniže vrednosti (17.1 dana i 88.5 jaja) na 27°C. Velika brojnost položenih jaja bele leptiraste vaši izgubila je u značajnosti jer je odnos polova laboratorijske rase bele leptiraste vaši u proseku iznosio 49.5% ženki i 50.5% mužjaka. Svakako, ovaj odnos polova negativno se odrazio na stope reprodukcije i stopu rasta ispitivane rase leptiraste vaši. Oduzimanjem muškog potomstva od ukupnog broja položenih jaja, dobijen je ukupan potencijal ženskog potomstva. Stvarna brojnost ženskog potomstva dobijena je umanjenoj njenog ukupnog potencijala za stopu preživljavanja stadijuma razvika bele leptiraste vaši. Tako je dobijen aktivni deo ženskog potomstva, koji je sposoban da se reprodukuje. Ovako dobijeno žensko potomstvo ima relativno nisku vrednost od 39.8, zatim 58.3, 54.1 i 41.6 na 18/7, 18, 22 i 27°C.

Na nižem nivou temperature (18/7°C) period ovipozicije ženki bele leptiraste vaši je najduži, ali sa vrlo niskom prosečnom brojnošću od 0.9 jaja na dan. Grafički prikazano prosečno dnevno polaganje jaja, koje će dati žensko potomstvo leptiraste vaši, predstavlja krivu niskog profila, sa slabo izraženim pikom 15-og dana ovipozicije. Kapacitet rasta i prirodna stopa rasta imaju duplo manje vrednosti nego na 27°C. Najkraće pravo trajanje generacije (26.8 dana) bele leptiraste vaš ima na 27°C kada je i razlika porasta niska, što ukazuje na malo preklapanje generacija.

Analizom vrednosti dobijenih stopa reprodukcije i stope rasta, zaključujemo da uprkos velikom broju položenih jaja i dugoj ovipoziciji na nižim temperaturama (18/7 i 18°C), bela leptirasta vaš ima najbrže povećanje gustine populacije na 27°C.

LITERATURA

- Birch, L.C.:** The intrinsic rate of natural increase of an insect population. *J. Anim. Ecol.* 17, 15-26, 1948.
- Burnett, T.:** The effect of temperature on an insect host-parasite population. *Ecology*, 30: 113-134, 1949.
- Carey, J.R.:** Applied demography for biologists. Oxford University Press, New York-Oxford, 1993.
- Christochowicz, E.E., Fluit, N. and Lenteren, J.C.:** Rate of development and oviposition frequency of *Trialeurodes vaporariorum*, *Encarsia formosa* (two strains) and *Encarsia tricolor* at low glasshouse temperatures. *Med. Fac. Landbouww. Rijksuniv. Gent*, 46: 477-485, 1981.
- Curry, J.P. and Pimentel, D.:** Life cycle of the greenhouse whitefly, *Trialeurodes vaporariorum*, and population trend of the whitefly and its parasite, *Encarsia formosa*, on two toma-

- to varieties. Ann. Ent. Soc. Amer., 64: 1188-1190, 1971.
- Eijssackers, H.J.P.:** Ontwikkeling en verspreiding van *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) en zijn parasiet *Encarsia formosa* Gahan. Thesis, University of Leiden, Leiden, The Netherlands, 1969.
- Ibrahim, G.E.A.:** The glasshouse whitefly and its parasite. Ph.D. Thesis, University of Bradford, UK, 1975.
- Kajita, H. and Lenteren, J.C.:** The parasite-host relationship between *Encarsia formosa* (Hym.: Aphelinidae) and *Trialeurodes vaporariorum* (Hom.: Aleyrodidae). Effect of low temperatures on maturation of *Encarsia formosa*. Z. ang. Ent. 93, 430-439, 1982.
- Laan, E.M., Burggraaf, N. and Lenteren, J.C.:** Oviposition frequency, fecundity and life-span of *Encarsia formosa* (Hymenoptera: Aphelinidae) and *Trialeurodes vaporariorum* (Homoptera: Aleyrodidae) an migration capacity of *E. formosa* at low greenhouse temperatures. Med. Fac. Landbouww. Rijksuniv. Gent, 47/2: 511-521, 1982.
- Lenteren, J.C. and Hulsas-Jordaan, P.M.:** Influence of low temperature regimes on the capability of *Encarsia formosa* and other parasites in controlling the greenhouse whitefly, *Trialeurodes vaporariorum*. Bull. OILB/SROP 1983, VI/3, 54-70, 1983.
- Lloyd, L.L.:** The control of the greenhouse whitefly *Asterochiton vaporariorum* with notes on its biology. Ann. appl. biol., 9, 1-32, 1922.
- Madueke, E.N.N.:** Biological control of *Trialeurodes vaporariorum*. Ph.D. Thesis, University of Cambridge, Cambridge, UK, 1979.
- Nickel, J.L.:** Temperature and humidity relationships of *Tetranychus desertorum* Banks with special reference to distribution. Hilgardia, 30, 41-100, 1960.
- Pielou, E.C.:** Mathematical ecology. Wiley-Interscience, New York, 1977, pp. 58-68.
- Perić, P.:** Razviće bele leptiraste vaši (*Trialeurodes vaporariorum* W.) na različitim temperaturama. Pestic. fitomed., 20: 29-36, 2005.
- Southwood, T.R.E.:** Migration of terrestrial arthropods in relation to habitat. Biol. Rev., 37, 171-214, 1962.
- Southwood, T.R.E.:** Ecological methods with particular reference to the study of Insect Populations. Chapman and Hall, London-New York, 1978, p. 524.
- Woets, J. and Lenteren, J.C.:** The parasite-host relationship between *E. formosa* and *T. vaporariorum*. VI. The influence of the host plant on the greenhouse whitefly and its parasite *E. formosa*. Bull. OILB/SROP, 76: 125-137, 1976.

Effect of Temperature on Imago Life Span, Fecundity and Reproduction Rate of Greenhouse Whitefly (*Trialeurodes vaporariorum* W.)

SUMMARY

Imago life span, fecundity and survival rate of the different developmental stages and average abundance of female offspring of greenhouse whitefly (*Trialeurodes vaporariorum*) were studied at three constant (18, 22 and 27°C) and one alternating (18/7°C) temperature.

Temperature highs are inversely proportionate to imago life span. Temperature increase from 18/7°C to 27°C decreased the whitefly life span 3.3-fold.

Under 18°C and 22°C, whitefly laid eggs most abundantly (147 and 126, respectively), while fecundity decreased under lower and higher temperatures.

Half the offspring of the investigated whitefly laboratory strain (49.5%) were males, which resulted in lower values of reproduction and growth rates of the whitefly strain.

Optimum development of greenhouse whitefly was achieved at 18°C, which is evident from a maximum number of eggs laid and highest average number of potential and actual female offspring (68.2 and 58.3, respectively), compared to the other investigated temperatures. The consequence of a 50.8-day long true generation time is evident from the low values of growth capacity (0.074) and intrinsic rate of increase (0.080). With temper-

ature increasing to 22°C and 27°C, the period of whitefly oviposition showed a tendency to decrease further on. Higher temperatures reduced the total abundance of eggs laid and, consequently, the abundance of potential and actual female offspring, but increased growth rate.

Keywords: Greenhouse whitefly; *Trialeurodes vaporariorum*; Life span; Fecundity; Reproduction rate; Effect of different temperatures