

Razviće parazitoida iz roda *Encarsia* na različitim temperaturama

Pantelija Perić

Institut "Srbija", Centar za pesticide i zaštitu životne sredine, Beograd-Zemun

REZIME

Utvrđene su dužine razvića i temperature praga razvića tri parazitoida iz roda *Encarsia* (*E. formosa*, *E. tricolor*, *E. partenopea*) na tri konstantne (18, 22 i 27°C) i jednoj promenljivoj (18/7°C) temperaturi.

Najkraće razviće, u odnosu na druge parazitoide, *E. formosa* ima na višim temperaturama (22 i 27°C), a *E. tricolor* na nižim (18 i 18/7°C). Razviće *E. partenopea* duže je u odnosu na *E. formosa* i *E. tricolor* prosečno za 7 – 13%.

Najniži prag razvića ima *E. tricolor* (8.6°C), zatim *E. partenopea* (9.7°C) i *E. formosa* (10.5°C).

Najmanju sumu efektivnih temperatura ima *E. formosa* (244°C), a potom *E. tricolor* i *E. partenopea* (284 i 286°C).

Ključne reči: *Encarsia* spp.; dužina razvića; prag razvića; različite temperature

UVOD

Jedan od budućih problema u biološkoj borbi protiv bele leptiraste vaši (*T. vaporariorum* W.) u staklenicima biće snižavanje temperature za gajenje biljaka, zbog uštede na ceni grejanja. Sada su na raspolaganju vrste povrća koje se mogu uzgajati na nižim temperaturama (noćna 7, dnevna 18°C) i u tim uslovima davati dobar prinos. Međutim, prema nekim podacima iz literature, najčešće korišćen parazitoid *E. formosa* G. može efikasno da se koristi za suzbijanje *T. vaporariorum* iznad 20°C, a sa opadanjem temperature biološka borba protiv ove štetočine postaje teža (Burnett, 1949; Madueke, 1979). Rašireno je mišljenje da viša temperatura

favorizuje razviće *E. formosa*, a niža razviće bele leptiraste vaši (Madueke, 1979).

S obzirom na broj prirodnih neprijatelja, kao potencijalnih agenasa u suzbijanju *T. vaporariorum*, mogućnosti primene bioloških mera borbe su velike. Prva istraživanja međuodnosa između *T. vaporariorum* i njenih parazitoida iz roda *Encarsia*, u našoj zemlji, realizovana su krajem prošlog i početkom ovog veka (Perić i Dimić, 1997; Perić, 1999. i 2004).

Sakupljanje, uzgajanje, procena novih kandidata za biološku borbu i različite aspekte međuodnosa *T. vaporariorum* i njenih parazitoida obrađivali su mnogi svetski istraživači (Woets i Lenteren, 1976; Kajita, 1979. i 1981; Ekbohm, 1979; Vet, 1980; Christochowitz i sar., 1981; Vet i Lenteren, 1981;

Lenteren i Schaal, 1981; Laan i sar., 1982; Kajita i Lenteren, 1982; Lenteren i Hulspar-Jordan, 1983).

Predmet istraživanja u okviru ovog rada bio je utvrđivanje dužine razvića i temperature praga razvića tri vrste parazitoida iz roda *Encarsia* na tri konstantne i jednoj promenljivoj temperaturi, u cilju sagledavanja mogućnosti primene ovih parazitoida u suzbijanju bele leptiraste vaši.

MATERIJAL I METODE

Parazitoidi bele leptiraste vaši prikupljeni su u prirodi i održavani u klima komori. Eksperimenti su urađeni sa tri vrste parazitoida iz roda *Encarsia* (familija *Aphelinidae*): *Encarsia formosa* Gahan, *Encarsia tricolor* Foerster i *Encarsia partenopea* Masi.

Za istraživanje razvića parazitoida u larvama bele leptiraste vaši, u klima komori, korišćena je biljka pasulja (*Phaseolus vulgaris* L.) sorta Gradištanac.

Eksperimenti na listu pasulja urađeni su u malom kavezu, napravljenom od Petri posude prečnika 3.8 cm. Na donjoj strani posude napravljen je otvor od 2.5 cm pokriven tilom, da bi se obezbedila ventilacija i sprečila kondenzacija pare unutar posude. Ovako pripremljen kavez pričvršćen je na list eksperimentalne biljke metalnom štipaljkom, a pridržavan je žicom ubodenom u kompost.

Razviće parazitoida ispitivano je na različitim konstantnim temperaturama (18, 22 i 27°C) i jednoj promenljivoj (18°C danju i 7°C noću, tj. 18/7°C). Relativna vlažnost održavana je u intervalu 50-

70%. Intenzitet osvetljenja, na nivou biljaka, iznosio je 4500 luksa. Dužina osvetljenja bila je 16 časova, sa prekidima od osam časova.

Ženke *T. vaporariorum* su polagale jaja tokom 16 časova. Praćeno je embrionalno razviće jaja i razviće larvi leptiraste vaši do četvrtog stupnja. Tada su introdukovane ženke *Encarsia* spp. da polažu jaja tokom dnevnog perioda. Na kraju ovog perioda imaga parazitoida su uklonjena, a larve leptiraste vaši u koje su položena jaja postavljene su na eksperimentalne temperature do izlaska imaga *Encarsia* spp.

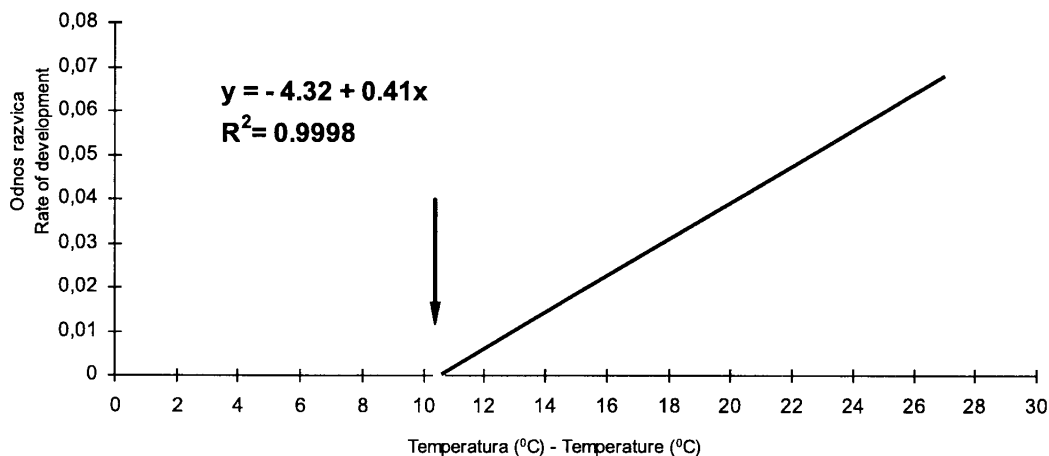
Temperature praga razvića parazitoida procenjene su ekstrapolacijom regresionih linija, koje odgovaraju recipročnim vrednostima dužina razvića, tj. odnosu razvića na principima metode koju je opisala Madueke (1979). Najbolje prilagođene linije razvića i vrednosti koeficijenta korelacije dobijeni su korišćenjem "Windows" programa (Microsoft Excel 97).

Suma efektivnih temperatura izračunata je oduzimanjem temperatura praga razvića od eksperimentalnih temperatura i množenjem sa brojem dana potrebnih za kompletno razviće na tim temperaturama.

REZULTATI I DISKUSIJA

Encarsia formosa

Temperatura praga razvića *E. formosa* prikazana je na Slici 1. Njena vrednost od 10.5°C veća je nego kod druge dve vrste parazitoida, ali je približna pragovima



Sl. 1. Temperatura praga razvića *E. formosa*

Fig. 1. Temperature threshold for the development of *E. formosa*

Tabela 1. Pokazatelji razvića *E. formosa* na različitim konstantnim temperaturama**Table 1.** Indicators of *E. formosa* development at different constant temperatures

Temperatura Temperature (°C)	Broj testiranih jedinki No. tested individuals	Broj jedinki sa kompletnim razvićem No. fully developed individuals	Prosečna dužina razvića (Dani±Sd) Average development duration (Days±Sd)	Odnos razvića Rate of development	Suma efektivnih temperatura Total effective temperature (°C)	Mortalitet Mortality (%)	Temperatura praga razvića Temperature threshold for development (°C)
18	100	95	32.0±1.02	0.031	240.0	5.00	
22	100	96	21.5±0.85	0.047	247.3	4.00	10.5
27	100	94	14.8±0.83	0.068	244.2	6.00	

razvića različitih stadijuma njenog domaćina (Perić, 2005). Izračunata vrednost temperature praga razvića *E. formosa*, u odnosu na *T. vaporariorum*, ukazuje da će se ovaj parazitoid razvijati slično kao domaćin na nižim temperaturama i da neće doći do narušavanja njihovog međuočnosa.

U Tabeli 1 prikazani su prosečna dužina razvića *E. formosa*, vrednosti sume efektivnih temperatura i mortalitet, na eksperimentalnim temperaturama. Dužina razvića je 1.5 do 2.2 puta kraća na 22 i 27 nego na 18°C. Najkraće razviće je na 27°C i iznosi 14.8 dana.

Suma efektivnih temperatura potrebna za kompletno razviće *E. formosa* prosečno je 244°C, a kada se uporedi sa rezultatima dobijenim kod leptiraste vaši (Perić, 2005), manja je za 39% nego kod te vrste. To potvrđuje pretpostavku da se tokom

jedne generacije leptiraste vaši može kompletirati jedan potpuni životni ciklus njenog parazitoida.

Razlike u mortalitetu različitih stupnjeva razvića *E. formosa*, na ispitivanim temperaturama, nisu značajne, a kretale su se od 4.0 do 6.0%.

Encarsia tricolor

Temperatura praga razvića *E. tricolor* iznosi 8.6°C i najniža je u poređenju sa drugim ispitivanim parazitoidima (Slika 2).

Uticaj temperature na razviće *E. tricolor*, sume efektivnih temperatura i mortalitet, prikazani su u Tabeli 2. Razviće *E. tricolor* je za 1.4 do 1.9 puta brže na 22 i 27, nego na 18°C. Takođe, *E. tricolor* ima kraće razviće na 18°C nego *E. formosa* (30.1 u odnosu na 32.0 dana), što je posledica niže

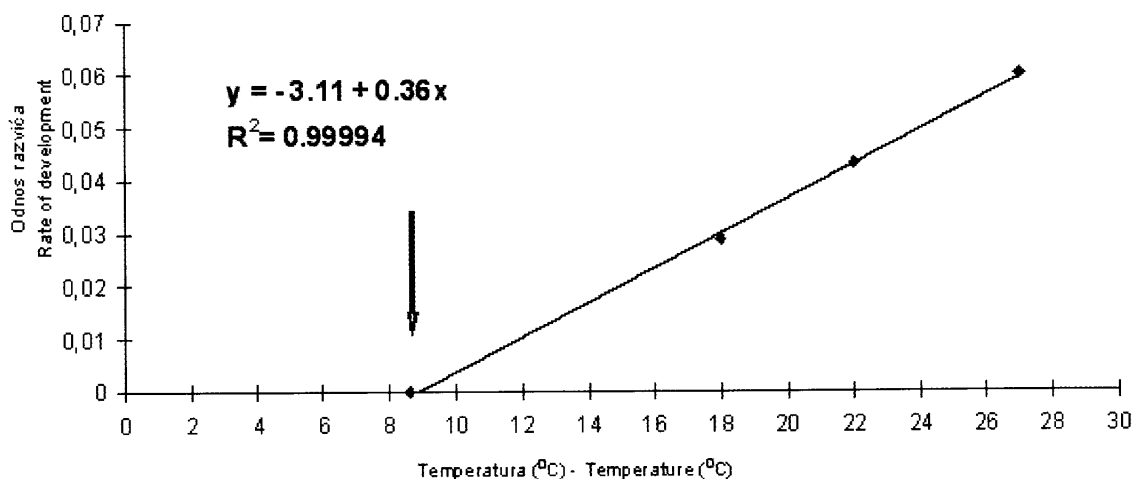
**Sl. 2.** Temperatura praga razvića *E. tricolor***Fig. 2.** Temperature threshold for the development of *E. tricolor*

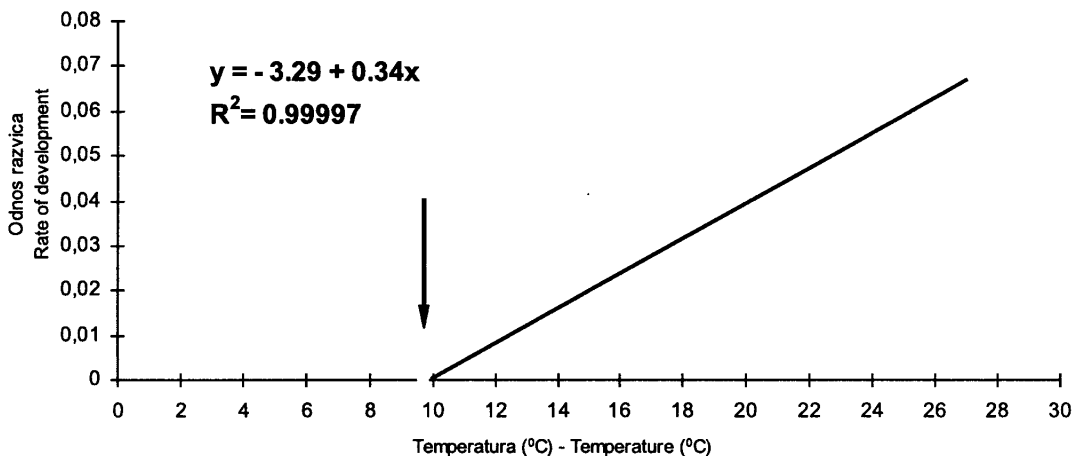
Tabela 2. Pokazatelji razvića *E. tricolor* na različitim konstantnim temperaturama**Table 2.** Indicators of *E. tricolor* development at different constant temperatures

Temperatura Temperature (°C)	Broj testiranih jedinki No. tested individuals	Broj jedinki sa kompletnim razvićem No. fully developed individuals	Prosečna dužina razvića (Dani±Sd) Average development duration (Days±Sd)	Odnos razvića Rate of development	Suma efektivnih temperatura Total effective temperature (°C)	Mortalitet Mortality (%)	Temperatura praga razvića Temperature threshold for development (°C)
18	100	96	30.1±1.51	0.033	282.9	4.00	8.6
22	100	96	21.3±1.12	0.047	285.4	4.00	
27	100	95	15.4±0.91	0.065	283.4	5.00	

temperature praga razvića ove vrste. Međutim, na višim temperaturama razviće *E. tricolor* je umereno sporije.

Za kompletno razviće *E. tricolor* potrebno je prosečno 284°C. Ova suma efektivnih temperatura kod *E. tricolor* manja je za 24% nego kod leptiraste vaši (Perić, 2005). Sinhronizovanje životnih ciklusa

U Tabeli 3. prikazani su dužina razvića *E. partenopea*, sume efektivnih temperatura i mortalitet na eksperimentalnim temperaturama. Dužina razvića *E. partenopea* je kraća za 1.4 i 2.1 puta na 22 i 27, nego na 18°C. Razviće *E. partenopea* duže je u odnosu na *E. formosa* i *E. tricolor*, prosečno za 7 – 13%.

**Sl. 3.** Temperatura praga razvića *E. partenopea***Fig. 3.** Temperature threshold for the development of *E. partenopea*

E. tricolor i domaćina slično je kao kod *E. formosa*. Najbolje sinhronizovanje *E. tricolor* je, takođe, na 18°C tokom prve i druge generacije domaćina.

Mortalitet *E. tricolor* bio je nizak (4.0-5.0%).

Encarsia partenopea

Temperatura praga razvića *E. partenopea* je 9.7°C (Slika 3). Kao i u slučaju prethodne dve vrste, ova temperatura praga razvića osigurava njeno preživljavanje u prirodi na nižoj temperaturi.

Suma efektivnih temperatura potrebna za kompletno razviće *E. partenopea* za oko 24% manja je nego kod leptiraste vaši i iznosi oko 286°C. Kada *E. partenopea* položi jaja u četvrti stupanj leptiraste vaši, izlazak imaga se poklapa sa početkom drugog presvlačenja larvi druge generacije domaćina.

Mortalitet na 18 i 22°C niži je (2,0 i 3,0%) u odnosu na 27°C (7.0%).

Ispitivane vrste parazitoidea na nižim temperaturama (18/7°C) imaju duže razviće za oko 14% nego na konstantnoj temperaturi od

Tabela 3. Pokazatelji razvića *E. partenopea* na različitim konstantnim temperaturama**Table 3.** Indicators of *E. partenopea* development at different constant temperatures

Temperatura Temperature (°C)	Broj testiranih jedinki No. tested individuals	Broj jedinki sa kompletnim razvićem No. fully developed individuals	Prosečna dužina razvića (Dani±Sd) Average development duration (Days±Sd)	Odnos razvića Rate of development	Suma efektivnih temperatura Total effective temperature (°C)	Mortalitet Mortality (%)	Temperatura praga razvića Temperature threshold for development (°C)
18	100	98	34.6±1.06	0.029	287.2	2.00	9.7
22	100	97	23.0±0.99	0.043	282.9	3.00	
27	100	93	16.6±0.94	0.060	287.2	7.00	

18°C. Najkraće razviće ima *E. tricolor* (34.8 dana), koje je za 6.5% kraće od *E. formosa* i 12.8% od *E. partenopea* (Tabela 4). Upoređujući ove dužine razvića sa odgovarajućim kod *T. vaporariorum* (Perić, 2005), može se zaključiti da su one u proseku kraće za 17.0% kod *E. partenopea*, 22.7% kod *E. formosa* i 27.7% kod *E. tricolor*.

Mortalitet *E. partenopea* na temperaturi od 18/7°C neznatno je niži (4.0%) nego kod *E. formosa* i *E. tricolor* (7.0%).

zaključila da je razviće ove osice usporeno na nižoj temperaturi.

Od parazitoida najkraće razviće na višim temperaturama (22 i 27°C) ima *E. formosa*, a *E. tricolor* na nižim (18 i 18/7°C). Međutim, u odnosu na leptirastu vaš (Perić, 2005) *E. partenopea*, *E. formosa* i *E. tricolor* razvijaju se brže na 18°C za 17, 23, odnosno 28%.

Najmanju sumu efektivnih temperatura ima *E. formosa* (244°C), a potom *E. tricolor* i *E. partenopea*

Tabela 4. Pokazatelji razvića *Encarsia* spp. na promenljivoj temperaturi (18°C danju i 7°C noću)**Table 4.** Indicators of *Encarsia* spp. development at variable temperatures (18°C day/7°C night)

Vrsta Species	Temperatura Temperature (°C)	Broj jedinki sa kompletnim razvićem No. fully developed individuals	Broj jedinki sa kompletnim razvićem No. fully developed individuals	Srednji razvojni period (Dani±Sd) Mean development period (Days±Sd)	Odnos razvića Rate of development	Mortalitet Mortality (%)
<i>E. formosa</i>	18/7	100	93	37.2±1.42	0.027	7.00
<i>E. tricolor</i>	18/7	100	93	34.8±1.18	0.029	7.00
<i>E. partenopea</i>	18/7	100	96	39.9±1.61	0.025	4.00

Analizirajući temperaturu pragova razvića kod *Encarsia* spp., utvrdili smo da su one na sličnom nivou kao kod leptiraste vaši (8.1-11.5°C) (Perić, 2005). Najniži prag razvića ima *E. tricolor* (8.6°C), zatim *E. partenopea* (9.7°C) i *E. formosa* (10.5°C). Ovakve vrednosti pragova razvića osiguravaju opstanak njihovih populacija na nižoj temperaturi, nasuprot drugačijem mišljenju nekih autora (Madueke, 1979). Madueke (1979) je utvrdila višu temperaturu praga razvića *E. formosa* (13°C) i

(284 i 286°C). Prema rezultatima Perića (2005) suma efektivnih temperatura potrebna za kompletno razviće ispitivanih vrsta parazitoida manja je za 28-39% nego kod leptiraste vaši. Međutim, prema podacima Madueke (1979) *E. formosa* ima upola manju sumu efektivnih temperatura od leptiraste vaši, ali i u tom slučaju parazitoid može kompletirati samo jednu generaciju tokom trajanja jedne generacije svog domaćina.

Dobar odnos parazitoida i domaćina podrazumeva da njihovo razviće ima potpuno i zatvoreno

sinhronizovanje životnih ciklusa, tako da se imaga parazitoidea pojavljuju istovremeno sa prisustvom odgovarajućih podesnih stadijuma domaćina. Takav odnos imao bi maksimalan procenat preživljavanja parazitoidea. Međutim, kod ispitivanih vrsta parazitoidea i njihovog domaćina postoje određene neusaglašenosti životnih ciklusa.

Prema našim rezultatima, dobro sinhronizovanje životnih ciklusa *E. formosa* i bele leptiraste vaši ostvaruje se kada *E. formosa* polaže jaja u četvrti stupanj larve leptiraste vaši na 27°C. Tada se izlazak imaga *E. formosa* poklapa sa početkom prvog presvlačenja larvi druge generacije leptiraste vaši. Međutim, u sledećoj generaciji imaga parazitoidea se pojavljuju u vreme kada nema odgovarajućih stupnjeva bele leptiraste vaši. Uopšteno govoreći, *E. formosa* i *E. tricolor* imaju dobro sinhronizovanje životnih ciklusa sa belom leptirastom vaši na nižim temperaturama u drugoj i trećoj generaciji domaćina.

Odnosom domaćin-parazitoid bavila se, takođe, i Madueke (1979). Ona je utvrdila nepovoljno sinhronizovanje, jer su se imaga *E. formosa* pojavljivala u početku piljenja larvi druge generacije. Zaključila je da je njihov odnos nestabilan, jer *E. formosa* uspešno parazitira samo treći i četvrti stupanj larvi bele leptiraste vaši.

LITERATURA

- Burnett, T.:** The effect of temperature on an insect host-parasite population. *Ecology*, 30: 113-134, 1949.
- Christochowitz, 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.
- Kajita, H.:** Effects of temperature and humidity on fecundity and longevity of *Encarsia formosa* Gahan, an introduced parasite of the greenhouse whitefly, *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood). *Proc. Assoc. Pl. Prot. Kyushu*, 25: 112-113, 1979.
- Kajita, H.:** Native parasites of the greenhouse whitefly, *T. vaporariorum* W. in Japan and results of first use as biological control agents. *Z. ang. Ent.*, 92: 457-464, 1981.
- 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) and 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.
- Lenteren, J.C. and Schaal, A.W.J.:** Temperature thresholds for oviposition of *Encarsia formosa*, *Encarsia tricolor* and *Encarsia pergandiella* in larvae of *Trialeurodes vaporariorum*. *Med. Fac. Landbouww. Rijksuniv. Gent* 46, 457-475, 1981.
- Madueke, E.N.N.:** Biological control of *Trialeurodes vaporariorum*. Ph.D. Thesis, University of Cambridge, UK, 1979.
- Perić, P.:** Primena autohtonih vrsta parazitoidea iz roda *Encarsia* u biološkom suzbijanju bele leptiraste vaši (*Trialeurodes vaporariorum* Westwood) u staklenicima. Doktorska disertacija, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad, 1999.
- Perić, P.:** Rasprostranjenost i osnovne karakteristike parazitoidea bele leptiraste vaši (*Trialeurodes vaporariorum* W.) u Srbiji i Crnoj Gori. *Pestic. fitomed.*, 19: 173-184, 2004.
- Perić, P.:** Razviće bele leptiraste vaši (*Trialeurodes vaporariorum* W.) na različitim temperaturama. *Pestic. fitomed.*, 20: 29-36, 2005.
- Perić, P. i Dimić, N.:** Prirodni neprijatelji *Trialeurodes vaporariorum* Westwood u Jugoslaviji. *Zaštita bilja*, 48 (1): 67-71, 1997.
- Vet, L.E.M.:** Laboratory study on three *Encarsia* spp. and one *Eretmocerus* spp. (Hymenoptera: Aphelinidae); report of a search for alternative biological control agent to combat greenhouse whitefly in cool greenhouses. Internal Report, Dept. of Ecology, University of Leiden, 1980.
- Vet, L.E.M. and Lenteren, J.C.:** The parasite-host relationship between *E. formosa* (Aphelinidae) and *T. vaporariorum* (Aleyrodidae). X. A comparison of three *Encarsia* spp. and one *Eretmocerus* sp. to estimate their pontentialities in controlling whitefly on tomatoes in greenhouses with a low temperature regime. *Z. ang. Ent.*, 91: 327-348, 1981.
- Wets, 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.

Development of Parasitoids of *Encarsia* Genus at Different Temperatures

SUMMARY

Development duration and temperature thresholds for three parasitoids of the *Encarsia* genus (*E. formosa*, *E. tricolor*, *E. partenopea*) were determined at three constant temperatures (18, 22 and 28°C) and one alternating (18/7°C).

Compared with the other parasitoids, *E. formosa* was found to achieve the shortest development period at higher (22 and 27°C) and *E. tricolor* at lower temperatures (18 and 18/7°C). The development of *E. partenopea* was longer than that of *E. formosa* and *E. tricolor* by 7 and 13%, respectively.

The lowest total effective temperature was found for *E. tricolor* (8.6°C), followed by *E. partenopea* (9.7°C) and *E. formosa* (10.5°C).

E. formosa had the lowest total effective temperature (244°C), and *E. tricolor* and *E. partenopea* higher ones (284 and 286°C, respectively).

Keywords: *Encarsia* spp; Development period; Development threshold; Different temperatures