

Orijinal araştırma (Original article)

**Farklı sıcaklık ve besin tipinin parazitoit
Bracon hebetor (Say, 1836) (Hymenoptera:
Braconidae)'un ömür uzunluğuna etkisi¹**

Özgür VARER İŞİTAN^{2*} Adem GÜLEL² Eylem AKMAN GÜNDÜZ²

Summary

The effects of different temperatures and diet on the longevity of *Bracon hebetor* (Say, 1836) (Hymenoptera: Braconidae)

The effects of constant and varying temperatures from 18 °C to 35 °C and diet on longevity of *Bracon hebetor* (Say, 1836) (Hymenoptera: Braconidae) were investigated. *Ephestia kuehniella* (Zeller, 1879) (Lepidoptera: Pyralidae) larvae were used as host. Adults were provided with one of the three food types: host larvae, honey solution (50%) or host larvae+honey solution. Temperature had a significant effect on the longevity of female and male parasitoids. The longest longevity of both sexes occurred when adults reared at 18 °C. Increasing the temperature from 18 °C to 35 °C decreased the longevity. Adults reared at fluctuating temperatures lived considerably shorter than those reared at 18 °C and 25 °C, but longer than at 35 °C. Longevity also was significantly affected by diet in both sex of parasitoid. Honey feeding to adult parasitoids increased their longevity. They lived the longest at 18 °C and the shortest at 35 °C. Females fed with all food types in different temperatures lived longer than males.

Key words: *Bracon hebetor*, temperature, food type, longevity

Anahtar sözcükler: *Bracon hebetor*, sıcaklık, besin tipi, ömür uzunluğu

Giriş

Parazitoitlerin gelişme süresi, verim, eşey oranı, ömür uzunluğu gibi birçok özelliği, besin tipi (Olson et al., 2000; Fadamiro & Heimpel, 2001) ve

¹ Bu çalışma yüksek lisans tezinin bir kısmını içermektedir.

² Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, 55139 Kurupelit, Samsun

* Sorumlu yazar (Corresponding author) e-mail: ovarer@omu.edu.tr

Alınış (Received): 09.10.2009 Kabul ediliş (Accepted): 28.02.2010

sıcaklık (Brévault & Quilici, 2000; Urbaneja et al., 2002; Medeiros et al., 2003; Bell et al., 2003; Maceda et al., 2003; Thomas & Blanford, 2003) gibi çevresel değişkenler tarafından etkilenmektedir.

Yumurtadan çıkan parazitoit larvası gelişiminin belli döneminde konukçuya bağımlı olmak ve onunla beslenmek zorundadır (Ueno, 1999; Bezemer et al., 2005). Bu nedenle konukçu, gelişen parazitoit larvası için tek besin kaynağıdır. Buna karşın, ergin parazitoitler beslenmek için konukçu ve/veya konukçu dışı besinleri kullanırlar (Bianchi & Wäckers, 2008, Wu et al., 2008). Ergin parazitoitlerin kullandıkları konukçu dışı besinler arasında bal, nektar ve homopterlerin salgıladıkları tatlımsı maddeler sayılabilir (Fadamiro & Heimpel, 2001; Wyckhuys et al., 2008).

Besinin yanı sıra sıcaklık da, parazitoitler üzerinde önemli etkileri olan diğer önemli bir çevresel değişkendir. Belirli sınırlar içinde sıcaklıktaki artış, poiklotermal canlılarda metabolizmanın hızlanmasına, buna bağlı olarak da gelişim süresinin ve ömür uzunluğunun kısılmasına neden olmaktadır (Ekesi et al., 1999; Urbaneja et al., 1999; Graf et al., 2001; Kim et al., 2001; Lauzière et al., 2002; Levesque et al., 2002; Liu et al., 2002; Seal et al., 2002; Sæthre & Hofsvang, 2002).

Bracon hebetor Say, 1836 (Hymenoptera: Braconidae), larva devresindeki gelişimini Lepidoptera takımının değişik türleri üzerinde tamamlayan, gregar, idiobiont, ektoparazitoit bir türdür (Baker & Fabrick, 2000; Darwish et al., 2003). Sıcaklığın *B. hebetor* üzerine etkisiyle ilgili çalışmaların çoğu sabit sıcaklık koşullarında yapılmıştır (NaKyoung et al., 2000; Kyawt & Takasu, 2004; -Al-Tememi & Ashfaq, 2005; Qiu et al., 2006; Shojaei et al., 2006; Uwais et al., 2006). Aynı günde veya belirli periyotlarda dönüşümlü olarak farklı sıcaklık değerlerine maruz bırakılan *B. hebetor* ile ilgili herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Aslında, doğada gece-gündüz periyotlarında meydana gelen sıcaklık farklılıklarındaki metabolik faaliyetler ergin öncesi ve sonrası dönemdeki yaşam süresi ve parazitoit-konukçu ilişkileri açısından önemli olmaktadır. Bu nedenle bu çalışmada, üç sabit sıcaklıkta ve bir gün içinde periyodik olarak sekiz saat süre ile bu üç farklı sıcaklıkta yetiştirilen ve farklı besinlerle beslenen *B. hebetor*'ün ömür uzunluğundaki değişim incelenmiştir.

Materyal ve Yöntem

Çalışmalara *Bracon hebetor* (Say, 1836) (Hymenoptera: Braconidae) ve *Ephestia kuehniella* (Zeller, 1879) (Lepidoptera: Pyralidae)'nın kültürlerinin kurulmasıyla başlanmıştır. Kültürlerin hazırlanması için Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Biyoloji Bölümü'nde, laboratuvar koşullarında yetiştirilen ergin bireyler kullanılmıştır. Konukçu kültürlerini hazırlamak için, içlerinde sterilize edilmiş mısır unu bulunan 500 mL'lik cam kavanozlara 10-15 adet *E. kuehniella* ergini konularak, kültürler 26±2 °C, %60±5 nisbi nem içeren, sürekli aydınlık laboratuvar koşullarında tutulmuştur. Bu kültürlerden elde edilen 25-30 gün yaşlı larvalar, konukçu olarak kullanılmıştır (Darwish et al., 2003).

Parazitoit kültürü kurulurken, parazitoit erginleri bir erkek bir dişi olacak şekilde, içerisinde bir adet konukçu larvası ve bal çözeltisi (% 50) emdirilmiş pamuk bulunan deney tüplerine konulmuştur. Hazırlanan tüpler dört gruba ayrılarak, % 60±5 nisbi nem içeren, üç farklı sabit sıcaklıkta (18 °C, 25 °C, 35 °C) ve sekiz saatlik periyotlarla bu üç sıcaklıkta (değişmeli sıcaklık), sürekli aydınlık koşullarda tutulmuştur.

Sıcaklık ve besin tipinin ömür uzunluğuna etkisi

Sıcaklığın ve besin tipinin parazitoidin ömür uzunluğuna etkisini belirlemek için, her bir sıcaklık grubunda, aynı günde erginleşen parazitoitlerden rastgele seçilen erginler, çiftler oluşturularak üç beslenme grubuna ayrılmıştır. Besin olarak birinci gruba bir adet konukçu larvası, ikinci gruba bal çözeltisi (% 50), son gruba ise hem bir adet konukçu larvası hem de bal çözeltisi (% 50) verilmiştir. Besinler, tüplerdeki parazitoitler ölünceye kadar, haftada iki kez değiştirilmiş ve tüpler her gün kontrol edilerek ölen bireyler kaydedilmiştir. Her bir sıcaklık ve besin grubu için altışar bireylik 3 tekrar yapılmıştır.

Elde edilen verilerin istatistiksel olarak değerlendirilmesi

İkiden fazla grubun karşılaştırılmasında tek yönlü varyans analizi (ANOVA) kullanılmıştır. Bu testten elde edilen sonuçlar istatistiki olarak önemli ise ortalamalar, "Student-Newman-Kuel (SNK) Testi" kullanılarak $P < 0.05$ güven sınırında değerlendirilmiştir. İkili grupların karşılaştırılmasında ise "Bağımsız İki Örneklem t Testi" kullanılmış ve $\alpha = 0.05$ güven sınırı esas alınmıştır.

Araştırma Sonuçları ve Tartışma

Bu çalışmada üç sabit sıcaklık ve periyodik olarak değişen sıcaklıkta yetiştirilen *B. hebetor* erginlerinin besin tipine bağlı olarak ömür uzunluklarında meydana gelen değişimler araştırılmış, dişi ve erkek parazitoitler için elde edilen sonuçlar iki farklı çizelgede (Çizelge 1 ve Çizelge 2) gösterilmiştir.

Sıcaklık ve besin tipinin *B. hebetor* dişilerinin ömür uzunluğuna etkisiyle ilgili sonuçlar Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Sıcaklık ve besin tipinin *Bracon hebetor* (Say, 1836) dişilerinin ömür uzunluğuna etkisi

Besin Tipi	Ömür Uzunluğu (Gün) (Ort±SH) (n=18)			
	Sıcaklık			Değişmeli sıcaklık
	18°C	25°C	35°C	
Konukçu	81.94±3.64 aD	42.5±1.47 aC	10.89±0.29 aA	18.00±1.40 aB
Bal Çözeltisi	145.89±3.31 cD	75.78±3.13 cC	19.33±1.47 cA	65.17±2.58 cB
Konukçu+Bal çözeltisi	108.89±4.06 bD	62.22±2.93 bC	13.72±0.73 bA	47.11±3.33 bB

*Aynı sütunda aynı küçük harfi taşıyan ortalamalar ve aynı satırda aynı büyük harfi taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemsizdir ($P > 0.05$).

Çizelge 1 incelendiğinde, tüm besin gruplarında sıcaklığa bağlı olarak dişilerin ömür uzunlukları arasındaki farkın önemli olduğu görülmektedir ($F_{\text{Konukçu}} = 235.73$, $F_{\text{Bal}} = 370.07$, $F_{\text{Konukçu+Bal}} = 216.10$, $df = 3,68$, $P < 0.05$).

Sıcaklıktaki artış, dişilerin ömür uzunluğunun kışalmasına neden olmuştur. Dişiler en kısa 35 °C'de, buna karşın en uzun 18 °C'de yaşamıştır. Değişmeli sıcaklıkta yetiştirilen dişiler, 18 °C ve 25 °C'de yaşayan dişilerden az, 35 °C'de yetiştirilenlerden fazla yaşamıştır. Bu durum değişmeli sıcaklıktaki erginlerin, diğerlerinden farklı olarak yüksek ve düşük sıcaklıklara maruz kalmaları nedeniyle metabolizma hızında meydana gelen artma ve azalmalar ile açıklanabilir.

Sıcaklıktaki artışa karşın ömür uzunluğunda görülen bu azalma değişik araştırmacıların sonuçları ile benzerlik göstermektedir (Kyawt & Takasu, 2004; Qui et al., 2006). Sıcaklık arttıkça ömür uzunluğunun azalması, metabolizma hızının artmasıyla veya Sandanayaka & Ramankutty (2007)'in ifade ettiği gibi yüksek sıcaklıkta üreme ile ilgili faaliyetlerin artmasıyla ilişkili olabilir.

Denenen tüm sıcaklık derecelerinde besin tipine bağlı olarak dişilerin ömür uzunlukları arasındaki fark önemli bulunmuştur ($F_{18\text{ °C}} = 94.10$, $F_{25\text{ °C}} = 40.92$, $F_{35\text{ °C}} = 19.64$, $F_{\text{Değişmeli}} = 86.05$, $df = 2,51$, $P < 0.05$). Bal çözültisi ile beslenen dişilerin diğer iki beslenme grubundakilere göre daha uzun süre yaşadıkları görülmektedir ($P < 0.05$). Kyawt & Takasu (2004), bal çözültisi ile beslenen *B. hebetor* erginlerinin, aç bırakılan ve sadece su verilen erginlerden çok daha uzun süre yaşadıklarını tespit etmişlerdir. Aynı şekilde, Gündüz & Gülel (2004) tarafından yapılan çalışmada da bal çözültisi ile beslenen *B. hebetor* erginlerinin diğer besin tipleriyle beslenenlerden daha uzun süre yaşadıkları gösterilmiştir. Bu, muhtemelen bal çözültisini oluşturan balın bileşiminde bulunan karbonhidrat dışındaki vitamin, aminoasit gibi bileşenlerin olası katkılarından kaynaklanabilir.

B. hebetor sinovigenik otoprojen bir türdür. Bu türün dişileri ergin olduklarında hayatları boyunca üretecekleri yumurtaların sadece bir kısmına sahiptir. Bu nedenle yumurta üretimi ve olgunlaştırılması dişinin hayatı boyunca devam eder. Dişi parazitoit ergin olduğunda beslenme olmaksızın bir miktar yumurtayı olgunlaştırabilir. Ortamda yumurtaların bırakılacağı konukçu olmaması durumunda yumurtalar absorbe edilir (Benson, 1973; Lauzière et al., 2001). Böylelikle yumurtaların bileşiminde bulunan kaynaklar geri alınır. Bu durum sadece bal çözültisi ile beslenenlerin, diğerlerinden daha uzun yaşamasının bir başka nedeni olabilir (Jervis & Kidd, 1986; Kapranas & Luck, 2008).

Sadece konukçu larvası verilen dişiler, bal ya da bal ve konukçunun birlikte verildiği gruplardaki dişilerden daha az yaşamıştır. Bu durumun nedeni, özellikle protein açısından zengin bir kaynak olan konukçunun beslenmeden çok üreme amaçlı kullanılması ve dişinin bu durumda enerji ihtiyacını karşılamak için kendi sahip olduğu rezervlerini kullanması olabilir. Ayrıca dişi,

konukçu ile karşı karşıya kaldığında, beslenmenin yanı sıra üremeye de zaman ayırmakta ve bu nedenle daha fazla enerji harcamaktadır. Sood & Pajni (2006), yumurta parazitoidi olan *Uscana mukerjii* (Mani, 1935) (Hymenoptera: Trichogrammatidae) ile yaptıkları çalışmada, konukçu verilmeyen parazitoit dişilerinin konukçu verilenlerden daha fazla yaşadığını belirlemişler ve konukçu verilen dişilerin ömür uzunluğunda gözlenen bu düşüşün, üreme davranışı sırasında harcanan enerjiden kaynaklanabileceğini ifade etmişlerdir.

Dişi parazitoit, konukçu ve konukçu dışı besinin birlikte bulunması durumunda, konukçuyu özellikle üreme için, konukçu dışı besini ise metabolik faaliyetler için kullanmayı tercih eder (Heimpel & Collier, 1996; Ueno & Ueno, 2007). Bu nedenle, konukçu ve bal çözültisinin birlikte verildiği grupta bulunan dişilerin ömür uzunluğunun, sadece bal çözültisi ya da sadece konukçu verilen dişilerden farklı olması doğaldır.

Sıcaklık ve besin tipi erkek parazitoitlerde de ömür uzunluğunu etkilemiştir (Çizelge 2).

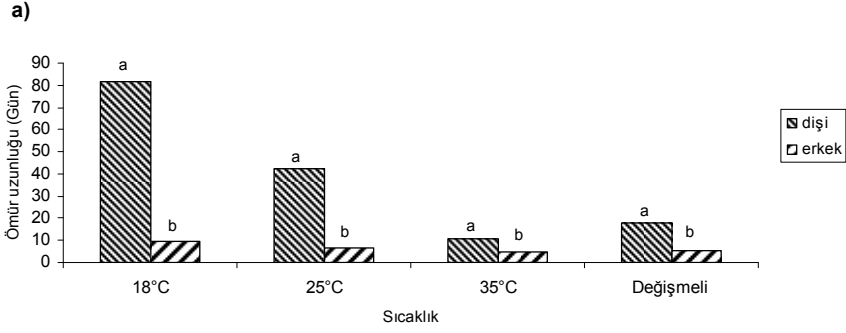
Çizelge 2. Sıcaklık ve besin tipinin *Bracon hebetor* (Say, 1836) erkeklerinin ömür uzunluğuna etkisi

Besin Tipi	Ömür Uzunluğu (Gün) (Ort±SH) (n=18)			
	Sıcaklık			
	18°C	25°C	35°C	Değişmeli sıcaklık
Konukçu	9.28±0.46 aC	6.78±0.29 aB	4.77±0.25 aA	5.11±0.29 aA
Bal Çözültisi	85.22±5.63 cC	40.17±5.05 bB	12.33±0.76 bA	39.00±3.66 cB
Konukçu+Bal çözültisi	51.17±3.63 bD	37.00±4.23 bC	10.72±0.75 bA	21.17±2.47 bB

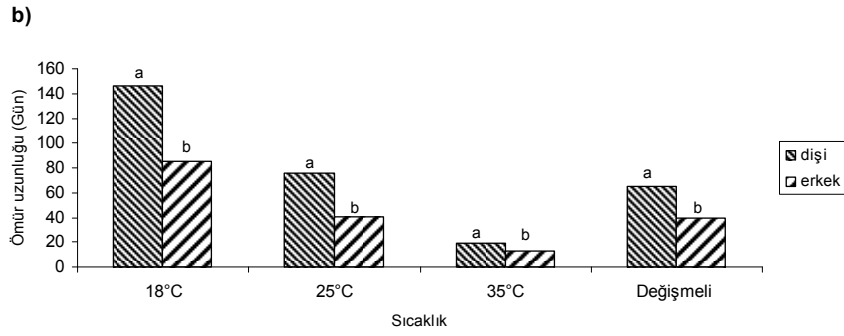
*Aynı sütunda aynı küçük harfi taşıyan ortalamalar ve aynı satırda aynı büyük harfi taşıyan ortalamalar arasındaki fark önemsizdir (P>0.05).

Erkeklerde elde edilen sonuçlar dişilerden elde edilenlerle benzerlik göstermektedir. Bal ile beslenen erkekler sadece konukçu ile beslenen erkeklerden daha uzun yaşamışlardır. Konukçu ve bal çözültisinin birlikte verildiği erkeklerin ömür uzunluğunda, sadece bal ile beslenenlere göre bir azalma belirlenmiştir. Ömür uzunluğunda belirlenen bu azalma istatistiksel açıdan değerlendirildiğinde, 25 °C ve 35 °C'de bulunanlarda önemsiz, buna karşın 18 °C ve değişmeli sıcaklıktakilerde ise önemlidir (Çizelge 2). Dişilerde olduğu gibi erkeklerde de sıcaklık artışı ile ömür uzunluğu kısalmıştır ($F_{\text{Konukçu}} = 38.17$, $F_{\text{Bal}} = 51.38$, $F_{\text{Konukçu+Bal}} = 33.51$, $df = 3,68$, $P < 0.05$). Erkek parazitoitler en fazla 18 °C'de, en az 35 °C'de yaşamıştır.

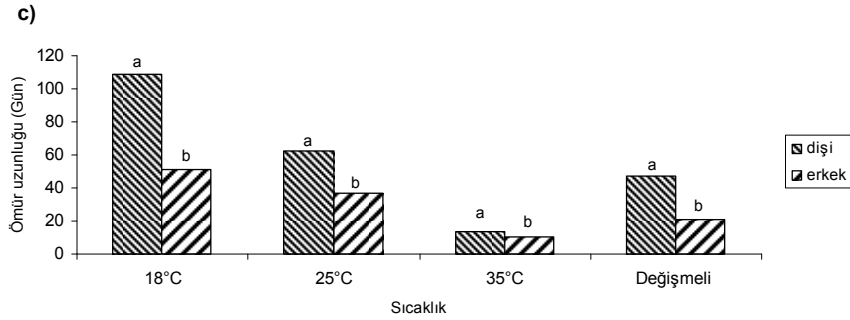
Dişi ve erkek parazitoitlerin ömür uzunlukları karşılaştırıldığında, bütün sıcaklıklarda farklı besinlerle beslenen dişilerin erkeklerden daha uzun süre yaşadıkları belirlenmiştir (Şekil 1). Bazı parazitoit türlerinde dişiler konukçularına



$$F_{18^{\circ}\text{C}} = 22.73, F_{25^{\circ}\text{C}} = 23.17, F_{35^{\circ}\text{C}} = 0.21, F_{\text{Değişmeli}} = 16.74, df=34, P<0.05,$$



$$F_{18^{\circ}\text{C}} = 3.49, F_{25^{\circ}\text{C}} = 11.11, F_{35^{\circ}\text{C}} = 3.75, F_{\text{Değişmeli}} = 7.83, df=34, P<0.05,$$



$$F_{18^{\circ}\text{C}} = 1.06, F_{25^{\circ}\text{C}} = 2.51, F_{35^{\circ}\text{C}} = 1.02, F_{\text{Değişmeli}} = 0.33, df=34, P<0.05$$

Şekil 1. Besin tipine bağlı olarak dişi ve erkek *Bracon hebetor* bireylerinin ömür uzunlukları
a) Konukçu ile beslenen, b) Bal ile beslenen, c) Konukçu+bal ile beslenen erginler

yumurta bırakırken, konukçu hemolimfi ile beslenebilirler (Mathews & Stephen, 1997; Magro & Parra, 2004). Erkeklerde ise bu durum söz konusu değildir. Bu nedenle sadece konukçu verilen erkeklerin ömür uzunluğunun dişilerden daha kısa olması doğaldır. Konukçu ile birlikte bal çözeltisi verilen gruplarda erkeklerin, sadece bal çözeltisi verilenlere göre daha az yaşaması, erkeklerin konukçu varlığında çiftleşme için enerji harcamalarından kaynaklanmış olabilir.

Çalışma sonucunda, sıcaklık ve besin tipinin *B. hebetor*'un ömür uzunluğunu önemli ölçüde etkilediği belirlenmiştir. Ayrıca, sabit sıcaklıkların yanı sıra periyodik sıcaklık değişimlerinin de önemli olabileceği vurgulanmıştır. Bu bulgulara dayanarak, *B. hebetor*'un kitle üretimi yapıldıktan sonra, kullanılacakları zamana kadar düşük sıcaklıkta (18 °C) tutulması ve bal ile beslenmesi tavsiye edilebilir. Erginlerin, mücadele uygulamalarında daha fazla yaşaması, çiftleşme şansını artırarak arhenotokie şeklindeki üremeyi sınırlandırması ve daha fazla yumurta üretimine neden olması açısından önemlidir. Ayrıca biyolojik kontrol etmeni olarak kullanılan parazitoit türü daha fazla yaşadığında daha çok konukçu ile etkileşebilecek ve biyolojik mücadele uygulaması daha başarılı sonuçlar verecektir.

Özet

Bracon hebetor (Say, 1836) (Hymenoptera: Braconidae)'un ömür uzunluğuna 18-35 °C arasındaki sabit ve değişmeli sıcaklıkların ve besinin etkileri araştırılmıştır. Konukçu olarak *Ephestia kuehniella* (Zeller,1879) (Lepidoptera: Pyralidae) larvaları kullanılmıştır. Erginlere üç besin tipinden birisi verilmiştir: konukçu larvası, bal çözeltisi (% 50) veya konukçu larvası+bal çözeltisi. Sıcaklık, dişi ve erkek parazitoitlerin ömür uzunluğu üzerinde önemli bir etkiye sahip olmuştur. Her iki eşeyde en uzun ömür uzunluğu erginler 18 °C yetiştirildiğinde ortaya çıkmıştır. Sıcaklığın 18 °C'den 35 °C'ye yükselmesi ömür uzunluğunu azalmıştır. Değişmeli sıcaklıkta yetiştirilen erginler, 18 °C ve 25 °C'de yetiştirilenlerden önemli oranda daha kısa, fakat 35 °C'den daha uzun yaşamıştır. Parazitoitlerin her iki eşeyinde ömür uzunluğu, besin tarafından önemli derecede etkilenmiştir. Ergin parazitoitlerin balla beslenmeleri ömür uzunluklarını arttırmıştır. Bu parazitoitler en uzun 18 °C en kısa 35 °C'de yaşamışlardır. Farklı sıcaklıklarda tüm besin tipiyle beslenen dişiler erkeklerden daha uzun yaşamıştır.

Yararlanılan Kaynaklar

- Al-Tememi, N. K. & M. Ashfaq, 2005. Effect of low temperature storage on the fecundity and parasitizing efficiency of *Bracon hebetor* (Say). **Journal of Agricultural Research (Lahore)**, **43** (2): 155-160.
- Baker, J. E. & J. A. Fabrick, 2000. Host hemolymph proteins and protein digestion in larval *Habrobracon hebetor* (Hymenoptera: Braconidae). **Insect Biochemistry and Molecular Biology**, **30**: 937-946.
- Bell, H. A., G. C. Marrs, F. Smethurst & J. P. Edwards, 2003. The effect of host stage and temperature on selected developmental parameters of the solitary endoparasitoid *Meteorus gyrator* (Thun.) (Hymenoptera: Braconidae). **Journal of Applied Entomology**, **127**: 332-339.
- Benson, J. F., 1973. Intraspecific competition in the population Dynamics of *Bracon hebetor* Say (Hymenoptera: Braconidae). **The Journal of Animal Ecology**, **42** (1): 105-124.

- Bezemer, T. M., J. A. Harvey & N. J. Mills, 2005. Influence of adult nutrition on the relationship between body size and reproductive parameters in a parasitoid wasp. **Ecological Entomology**, **30**: 571-580.
- Bianchi, F. J. J. A. & F. L. Wäckers, 2008. Effects of flower attractiveness and nectar availability in field margins on biological control by parasitoids. **Biological Control**, **46**: 400-408.
- Brévault, T. & S. Quilici, 2000. Relationships between temperature, development and survival of different life stages of the tomato fruit fly, *Neoceratitis cyanescens*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, **94**: 25-30.
- Darwish, E., M. El-Shazly & H. El-Sherif, 2003. The choice of probing sites by *Bracon hebetor* Say (Hymenoptera: Braconidae) foraging for *Ephestia kuehniella* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae). **Journal of Stored Products Research**, **39**: 265-279.
- Ekesi, S., N. K. Maniania & I. Onu, 1999. Effect of temperature and photoperiod on development and oviposition of the legume flower thrips. *Megalurothrips sjostedti*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, **93**: 149-155.
- Fadamiro, H. Y. & G. E. Heimpel, 2001. Effects of partial sugar deprivation on lifespan and carbohydrate mobilization in the parasitoid *Macrocentrus grandis* (Hymenoptera: Braconidae). **Annals of Entomological Society of America**, **94** (6): 909-916.
- Graf, B., H. U. Höpli & H. Höhn, 2001. The apple sawfly, *Hoplocampa testudinea*: temperature effects on adult life-span and reproduction. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, **98**: 377-380.
- Gündüz, E. A. & A. Gülel, 2004. *Bracon hebetor* (Say) (Hymenoptera: Braconidae) erginlerinde konukçu türünün ve besin tipinin ömür uzunluğuna etkisi. **Türkiye Entomoloji Dergisi**, **28** (4): 275-282.
- Heimpel, G. E. & T. R. Collier, 1996. The evolution of host-feeding behaviour in insect parasitoids. **Biological Reviews**, **71**: 373-400.
- Jervis, M. A. & N. A. C. Kidd, 1986. Host-feeding strategies in Hymenopteran parasitoids. **Biological Reviews**, **61**: 395-434.
- Kapranas, A. & R. F. Luck, 2008. Egg maturation, host feeding, and longevity in two *Metaphycus* parasitoids of soft scale insects. **Biological Control**, **47**: 147-153.
- Kim, T-H., J- S. Kwak, J. Lim & J. Kim, 2001. Effect of temperature on the development of *Tropidothorax cruciger* (Hemiptera: Lygaeidae) on *Cynanchum wilfordii*. **Journal of Asia-Pacific Entomology**, **4** (1): 55-58.
- Kyawt. S. D. A & K. Takasu, 2004. Effects of temperature and food on adult longevity of a Thailand strain of *Bracon hebetor*, a larval parasitoid of pyralid moths. **Bulletin of the Institute of Tropical Agriculture, Kyushu University**, **27**: 99-103.
- Lauzière, I., G. Perez-Lachaud & J. Brodeur, 2001. Importance of nutrition and host availability on oogenesis and oviposition of *Cephalonomia stephanoderis* (Hymenoptera: Bethyilidae). **Bulletin of Entomological Research**, **91**: 185-191.
- Lauzière, I., M. Setamou, J. Legaspi & W. Jones, 2002. Effect of temperature on the life cycle of *Lydella jalisco* (Diptera: Tachinidae), a parasitoid of *Eoreuma loftini* (Lepidoptera: Pyralidae). **Environmental Entomology**, **31** (3): 432-437.

- Levesque, K. R., M. Fortin & Y. Mauffette, 2002. Temperature and food quality effects on growth, consumption and post-ingestive utilization efficiencies of the forest tent caterpillar *Malacosoma disstria* (Lepidoptera: Lasiocampidae). **Bulletin of Entomological Research**, **92**: 127-136.
- Liu, S-S., F-Z. Chen & M. P. Zalucki, 2002. Development and survival of diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae) at constant and alternating temperatures. **Environmental Entomology**, **31** (2): 221-231.
- Maceda, A., C. L. Hohmann & H. R. Dos Santos, 2003. Temperature effects on *Trichogramma pretiosum* Riley and *Trichogrammatoidea annulata* De Santis. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, **46** (1): 27-32.
- Magro, S. R. & J. R. P. Parra, 2004. Comparison of artificial diets for rearing *Bracon hebetor* Say (Hymenoptera: Braconidae). **Biological Control**, **29**: 341-347.
- Mathews, P. L. & F. M. Stephen, 1997. Effect of artificial diet on longevity of adult parasitoids of *Dendroctonus frontalis* (Coleoptera: Scolytidae). **Environmental Entomology**, **26** (4): 961-965.
- Medeiros, R. S., F. S. Ramalho, J. C. Zanuncio & J. E. Serrão, 2003. Effect of temperature on life table parameters of *Podisus nigrispinus* (Het., Pentatomidae) fed with *Alabama argillacea* (Lep., Noctuidae) larvae. **Journal of Applied Entomology**, **127**: 209-213.
- NaKyoung, K., N. JaHyun & R. Munll, 2000. Effect of temperature on the development of *Bracon hebetor* (Hymenoptera: Braconidae) parasitizing indianmeal moth (Lepidoptera: Pyralidae). **Korean Journal of Applied Entomology**, **39** (4): 275-279.
- Olson, D. M., H. Fadamiro, J. G. Lundgren & G. E. Heimpel, 2000. Effects of sugar feeding on carbohydrate and lipid metabolism in a parasitoid wasp. **Physiological Entomology**, **25**: 17-26.
- Qiu, T., C. Bin, Z. HaiYan, D. Hui & Q. HaiTao, 2006. Effects of temperature on development, fecundity and longevity of *Habrobracon hebetor*. **Chinese Bulletin of Entomology**, **43** (5): 666-669.
- Sandanayaka, W. R. M. & P. Ramankutty, 2007. Temperature dependent emergence and survival of *Platygaster demades* (Hymenoptera: Platygastriidae), parasitoid of apple leaf curling midge. **Biological Control**, **42**: 41-47.
- Sæthre, M-G. & T. Hofsvang, 2002. Effect of temperature on oviposition behavior, fecundity, and fertility in two northern european populations of the codling moth (Lepidoptera: Tortricidae). **Environmental Entomology**, **31** (5): 804-815.
- Seal, D. R., P. A. Stansly & D. J. Schuster, 2002. Influence of temperature and host on life history parameters of *Catolaccus hunteri* (Hymenoptera: Pteromalidae). **Environmental Entomology**, **31** (2): 354-360.
- Shojaei, S., M. H. Safaralizadeh & N. Shayesteh, 2006. Effect of temperature on the functional response of *Habrobracon hebetor* Say (Hymenoptera: Braconidae) to various densities of the host, *Plodia interpunctella* Hubner (Lepidoptera: Pyralidae). **Pakistan Entomologist**, **28** (1): 51-55.
- Sood, S. & H. R. Pajni, 2006. Effect of honey feeding on longevity and fecundity of *Uscana mukerjii* (Mani) (Hymenoptera: Trichogrammatidae), an egg parasitoid of bruchids attacking stored products (Coleoptera: Bruchidae). **Journal of Stored Products Research**, **42**: 438-444.

- Thomas, M. B. & S. Blanford, 2003. Thermal biology in insect-parasite interactions. **Trends in Ecology and Evolution**, **18** (7): 344-350.
- Ueno, T., 1999. Reproduction and host-feeding in the solitary parasitoid wasp *Pimpla nipponica* (Hymenoptera: Ichneumonidae). **Invertebrate Reproduction and Development**, **35** (3): 231-237.
- Ueno, T. & K. Ueno, 2007. The effects of host-feeding on synovigenic egg development in an endoparasitic wasp, *Itopectis naranyae*. **Journal of Insect Science**, **7** (46): 1-13.
- Urbaneja, A., E. Llácer, O. Tomás, A. Garrido & J-A. Jacas, 1999. Effect of temperature on development and survival of *Cirrospilus* sp. near *lyncus* (Hymenoptera: Eulophidae), parasitoid of *Phyllocnistis citrella* (Lepidoptera: Gracillariidae). **Environmental Entomology**, **28** (2): 399-344.
- Urbaneja, A., R. Hinarejos, E. Llácer, A. Garrido & J-A. Jacas, 2002. Effect of temperature on life history of *Cirrospilus vittatus* (Hymenoptera: Eulophidae), an ectoparasitoid of *Phyllocnistis citrella* (Lepidoptera: Gracillariidae). **Journal of Economic Entomology**, **95** (2): 250-255.
- Uwais, A., W. Guo, T. Ahemaiti & X. Yang, 2006. Influence of different store condition on survive rate of adult wasps of reared *Bracon hebetor* Say. **Xinjiang Agricultural Sciences**, **43** (2): 109-112.
- Wu, H., L. Meng & B. Li, 2008. Effects of feding frequency and sugar concentrations on lifetime reproductive success of *Meteorus pulchricornis* (Hymenoptera: Braconidae). **Biological Control**, **45**: 353-359.
- Wyckhuys, K. A. G., J. E. Strange-George, C. A. Kulhanek, F. L. Wäckers & G. E. Heimpel, 2008. Sugar feeding by the aphid parasitoid *Binodoxys communis*: How does honeydew compare with other sugar sources. **Journal of Insect Physiology**, **54**: 481-491.