

Orijinal araştırma (Original article)

İki konukçu türün, larva ektoparazitoiti *Bracon hebetor* (Say, 1836) (Hymenoptera: Braconidae)'da protein, lipit ve glikojen miktarlarına etkisi¹

Eylem AKMAN GÜNDÜZ^{2*} Adem GÜLEL² Özgür VARER İŞİTAN²

Summary

The effect of two host species on protein, lipid and glycogen levels of the larval ectoparasitoid *Bracon hebetor* (Say, 1836) (Hymenoptera: Braconidae)

Bracon hebetor (Say, 1836) (Hymenoptera: Braconidae) is a gregarious larval ectoparasitoid of several species of pyralids that attack stored products. In this study the protein, lipid and glycogen composition in two host species, *Galleria mellonella* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Pyralidae) and *Ephestia kuehniella* (Zeller, 1879) (Lepidoptera: Pyralidae), of *B. hebetor* were examined. The effects of these two host species on protein, lipid and glycogen levels of newly emerged female and male parasitoids were also investigated.

The mean levels of protein, lipid and glycogen per host was positively correlated with host size. *G. mellonella* had much more protein, lipid and glycogen than *E. kuehniella*. Protein, lipid and glycogen levels in female parasitoids significantly varied with host species. Protein and lipid levels were higher in female parasitoids emerging from *G. mellonella* than those from *E. kuehniella*. By contrast, females, reared on *E. kuehniella*, had much more glycogen level than those reared on *G. mellonella*. No significant difference was detected in protein and glycogen levels of males emerging from two host species. However, males that were reared on *G. mellonella* larvae had higher lipid level than those reared on *E. kuehniella*.

Key words: *Bracon hebetor*, host, protein, lipid, glycogen

Anahtar sözcükler: *Bracon hebetor*, konukçu, protein, lipit, glikojen

¹ Bu çalışma OMÜ Araştırma Projeleri Birimi tarafından F-234 no'lu proje kapsamında desteklenen doktora tezinin bir bölümüdür

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

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

Alınış (Received): 06.05.2008 Kabul ediliş (Accepted): 04.06.2008

Giriş

Parazitoitler ergin öncesi gelişimlerini konukçularının içinde ya da üzerinde tamamlarlar. Bir parazitoit larvası kendi kendine besin arayamadığı için dişi parazitoitin seçmiş olduğu konukçu, onun tek besin kaynağını oluşturur. Uygun konukçu yoğunluğuna sahip bir ortamda dişi parazitoit, ergin öncesi dönemde büyüme ve gelişme, ergin dönemde ise hayatta kalma, üreme gibi hayatsal işlevleri etkileyen daha kaliteli konukçuları tercih eder (Godfray, 1994; Ueno, 1997 a). Bu da hayatta kalma oranı ve uyum yeteneği fazla olan bir neslin elde edilmesine olanak sağlar. Konukçu yoğunluğunun daha düşük olması durumunda ise, dişi parazitoit kendi uyum yeteneğini maksimuma çıkarmak için daha düşük kalitedeki konukçuları seçebilir ve bunların oğul döllerini bu düşük kalitedeki konukçularda gelişmek zorunda kalır (Ueno, 1997b). Farklı parazitoit türleri ile yapılan çalışmalar, konukçuya ait özelliklerin gelişen parazitoitin uyum yeteneğini, parazitoitin yaşam tarzına bağlı olarak, farklı şekilde etkilediğini göstermiştir (Ueno, 1997 a, b; Harvey et al., 1998; Uçkan & Gülel, 2000). İdiobiont türlerin konukçuları, besinsel açıdan birtakım tamamlayıcı unsurlar içermektedir. Bunların konukçularından büyük olanlar, gelişen parazitoit larvası için daha fazla besinsel kaynak içerdiğinden daha kaliteli olarak kabul edilebilir (Godfray, 1994; Harvey et al., 1998). Buna karşın, koinobiont türlerde parazitoit, konukçunun davranışlarında, fizyolojik ve biyokimyasal özelliklerinde birtakım değişikliklere neden olduğundan, parazitoitin büyüme ve gelişmesi sadece ovipozisyon için kullanılan konukçu büyüklüğüne bağlı olmayıp, konukçunun parazitlendikten sonra değişen özelliklerine de bağlıdır (Mackauer, 1986).

Bracon hebetor (Say, 1836) (Hymenoptera: Braconidae), konukçu olarak Lepidoptera takımının değişik türlerini kullanan, gregar, idiobiont bir larva ektoparazitoitidir (Tunçyürek, 1972; Brower & Press, 1990; Heimpel et al., 1997). Türün dişisi, yumurta bırakmak için konukçularının olgun dönem larvalarını tercih eder. Parazitoitin konukçu olarak kullandığı Lepidoptera takımına ait türler (Tunçyürek, 1972; Heimpel et al., 1997; Darwish et al., 2003), tarım ürünlerine ekonomik yönden oldukça büyük zarar veren ve bu nedenle kimyasal mücadelede büyük harcamalara neden olan türlerdir.

Ergin parazitoitler yaşama ve üreme faaliyetlerini gerçekleştirmek için belirli miktarda karbonhidrat, protein ve lipite ihtiyaç duyarlar (Morales-Ramos et al., 1996; England & Evans, 1997; Heimpel et al., 1997; Olson & Andow, 1998; Rivero & Casas, 1999; Olson et al., 2000; Fadamiro & Heimpel, 2001; Lee et al., 2004; Hogervorst et al., 2007). Söz konusu maddeler, ya ergin öncesi gelişim sırasında alınan besinlerden karşılanır ya da erginler tarafından bazı öncül bileşiklerin kullanılmasıyla sentezlenir (Waldbauer & Friedman, 1991; Jervis et al., 1993).

Ergin öncesi ve ergin dönemde alınan besin kalite ve kantitesinin parazitoitin gelişme süresi, verim, eşey oranı, ömür uzunluğu gibi birçok

özelliğini etkilediği yapılan çalışmalarla ortaya konmuştur (Gülel, 1991; Tillman & Cate, 1993; Collier, 1995; Morales-Ramos et al., 1996; Harvey & Gols, 1998; Gündüz & Gülel, 2004; Gündüz & Gülel, 2005 a, b). Parazitoit-konukçu ilişkilerinin değerlendirilmesinde, biyokimyasal etkileşimlerin de önemli olacağı düşüncesi ile bu çalışmada, *B. hebetor*'un iki farklı konukçusunda ve bu konukçulardan elde edilen dişi ve erkek parazitoitlerde bulunan protein, lipit ve glikojen miktarları araştırılmıştır.

Materyal ve Yöntem

Protein, lipit ve glikojen analizlerinde *Galleria mellonella* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Pyralidae) ve *Ephestia kuehniella* (Zeller, 1879) (Lepidoptera: Pyralidae)'nın olgun dönem larvaları ile bu iki konukçudan elde edilen yeni ergin dişi ve erkek *Bracon hebetor* bireyleri kullanılmıştır.

Parazitoitin yetiştirilmesinde birçok konukçu türü arasından belirtilen iki türün seçilmesinin nedeni bunlara ait larvaların büyüklük bakımından birbirlerinden çok farklı olması, dolayısıyla parazitoite ergin öncesi gelişimde sağlayacakları toplam besin miktarlarının farklı olabileceği düşüncesidir. Çalışmalar 26±2 °C sıcaklık ve % 60±5 orantılı nem içeren, sürekli aydınlık laboratuvar koşullarında yapılmıştır.

Biyokimyasal Analizler

Protein Analizi: Protein analizi için, larvalar birer birer, dişi ve erkek parazitoitler ise on bireylik gruplar halinde tartılmış ve analizleri yapılmaya kadar -50 °C' de tutulmuştur.

Protein özütlenmesi için Plummer (1971) tarafından uygulanan yöntem kullanılmıştır. Dondurucudan çıkarılan böcek örnekleri homojenizasyon işlemi için daha büyük tüplere aktarılıp üzerine 500µl soğuk trikloroasetik asit (TCA) çözeltisi (% 10) ilave edildikten sonra içerisinde buz bulunan bir behere konulmuş ve Ultra-Turrax T-25 marka bir homojenizatör kullanılarak 8000 devir/dakikada beş dakika homojenize edilmiştir. Elde edilen homojenat, 3500 devir/dakikada 15 dakika boyunca santrifüj edilmiş, bu süre sonunda oluşan süpernatant uzaklaştırılmıştır. Lipitleri uzaklaştırmak için dipte kalan pelletin üzerine 500µl etil alkol (% 96) ilave edilerek pellet çözülmüş, yine aynı devir ve sürede santrifüj edilmiştir. Tüplerin üst kısmında kalan süpernatant atılmıştır. Dipte kalan alkolün uçurulması ve protein pelletinin kuruması için tüpler 37 °C sıcaklığa sahip etüvde bekletilmiştir. Kuruyan çökeltiye 500µl saf su ilave edilerek protein çözülmüş ve miktarının belirlenmesi için Lowry et al. (1951) tarafından uygulanan yöntem kullanılmıştır. Örnek ve standartların absorbans değerleri Jenyway 6105 marka UV/VIS Spektrofotometrede 695 nm dalga boyunda okunmuştur. Protein standardı olarak BSA (sığır serum albumini) kullanılmıştır.

Lipit Analizi: Lipit analizi için kullanılacak konukçu ve parazitoit örnekleri protein analizinde belirtildiği gibi stoklanmıştır.

Lipit özütlenmesi ve miktarının belirlenmesi için Olson et al. (2000) tarafından kullanılan ve Van Handel (1985)'in geliştirmiş olduğu yöntem kullanılmıştır. Dondurucudan çıkarılan böceklerle 50 µl % 2'lik sodyum sülfat çözeltisi ilave edilmiştir. Plastik bir ezici çubuk yardımıyla böcek iyice ezildikten sonra tüplere plastik çubuğu yıkayacak şekilde 450 µl kloroform:metanol (1:2) karışımı ilave edilmiştir. Tüpler kapatıldıktan sonra 16.000 devir/dakikada ve oda sıcaklığında iki dakika santrifüj edilmiştir. Santrifüj sonunda oluşan süpernatanttan 200 µl alınarak başka bir tüpe aktarılmıştır. Bu tüpler içerisindeki kloroform-metanol karışımı tamamen buharlaşana kadar 90 °C sıcaklıktaki su banyosunda bekletilmiştir. Tüplere 40 µl konsantre sülfirik asit çözeltisi ilave edilerek, 2 dakika 90 °C sıcaklıktaki su banyosunda bekletilmiştir. Tüpler oda sıcaklığına geldikten sonra, her bir tüpe 960 µl vanilin-fosforik asit karışımı ilave edilmiştir. Karışım 30 dakika oda sıcaklığında bekletilerek bir renk oluşumu sağlanmış ve örneklerin absorbans değerleri, daha önce marka ve serisi belirtilen spektrofotometrede 525 nm dalga boyunda okunmuştur. Lipit standardı olarak mısır yağı (% 0,1) kullanılmıştır.

Glikojen Analizi: Glikojen analizi için dişi ve erkek parazitoitler 50-60, *G. mellonella* larvaları beş, *E. kuehniella* larvaları ise on bireylik gruplar halinde soğuk TCA (% 10) çözeltisine konarak -50 °C'de tutulmuştur.

Glikojen özütlenmesi için Joseph et al. (1961), elde edilen glikojen miktarının belirlenmesi için ise Nicholas et al. (1956) tarafından kullanılan yöntem uygulanmıştır. Dondurucudan çıkarılan örnekler buzlu ortamda Ultra-Turrax T25 marka homojenizatörde 15,000 devir/dakika hızda beş dakika homojenize edilmiş, homojenat Filtrak marka mavi bant filtre kağıdı kullanılarak süzüldükten sonra toplam süzüntü hacmi belirlenmiştir. Elde edilen süzüntüden birer ml alınarak üç ayrı tüpe aktarılmış ve üzerlerine beşer ml etil alkol (% 95) ilave edilmiştir. Tüplerin ağızları parafilm ile kapatıldıktan sonra 35-40 °C'deki su banyosuna konularak glikojenin çökmesi için bir gece bekletilmiş, içinde glikojen bulunan tüpler, etanol ile dengeye getirildikten sonra 3500 devir/dakika hızda 15 dakika santrifüj edilmiştir. Süpernatant uzaklaştırıldıktan ve tüpler 90 °C sıcaklığa sahip etüvde kurutulduktan sonra her tüpteki glikojen 2 ml distile su içerisinde çözülmüştür. Bu örnek tüpleriyle birlikte bir kör (2 ml distile su), bir de standart tüp örnekleri (2 ml'de 0,1mg glukoz) hazırlanmıştır. Bütün tüplerin üzerine onar mililitre antron çözeltisi eklenerek, su banyosunda (80°C) 30 dakika bekletilmiştir. Bu süre sonunda sıcak sudan çıkarılan tüpler soğutulmuş ve örneklerin absorbans değerleri, daha önce marka ve serisi belirtilen spektrofotometrede 620 nm dalga boyunda okunmuştur.

Elde edilen verilerin istatistiksel olarak değerlendirilmesi: İki grupların karşılaştırılması SPSS 12.0 Windows Software paket programında “Bağımsız İki Örneklem t Testi” kullanılarak $P < 0,05$ güven sınırında yapılmıştır.

Araştırma Bulguları ve Tartışma

Bu çalışmada, Lepidoptera takımına ait iki konukçu türdeki (Çizelge 1) ve bu konukçular üzerinde yetiştirilen *B. hebetor* bireylerindeki protein, lipit ve glikojen miktarları karşılaştırılmıştır (Çizelge 2).

Çizelge 1. *Bracon hebetor* (Say, 1836) (Hymenoptera: Braconidae)'ün iki farklı konukçusunda bulunan protein, lipit ve glikojen miktarları

Konukçu	Protein (mg) (Ort. \pm S.H.)* (n)	Lipit (mg) (Ort. \pm S.H.)* (n)	Glikojen (mg) (Ort \pm S.H.)* (n)
<i>Galleria mellonella</i>	2,74 \pm 0,172a (20)	4,87 \pm 0,216a (30)	0,23 \pm 0,014a (40)
<i>Ephesttia kuehniella</i>	0,75 \pm 0,018b (20)	2,05 \pm 0,056b (30)	0,06 \pm 0,002b (240)

n: Analizlerde kullanılan toplam birey sayısı

*: Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemsizdir ($P > 0,05$)

Çizelge 1 incelendiğinde, *G. mellonella* larvasında *E. kuehniella* larvasına göre daha fazla miktarda protein, lipit ve glikojen bulunduğu görülmektedir. Bir *G. mellonella* larvasında ortalama 2,74 mg protein, 4,87 mg lipit ve 0,23 mg glikojen bulunurken, *E. kuehniella* larvalarında bu değerler sırasıyla 0,75 mg, 2,05 mg ve 0,06 mg olarak belirlenmiştir. Bu ortalama değerler arasındaki fark, istatistiksel olarak önemlidir ($P < 0,05$).

İki farklı konukçu türünden elde edilen dişi ve erkek parazitoidlerin ortalama protein, lipit ve glikojen miktarları karşılaştırıldığında, erkek ve dişi parazitoidlerin farklı şekilde etkilendikleri görülmüştür (Çizelge 2). Dişi parazitoidlerde protein, lipit ve glikojen miktarı, kullanılan konukçu türüne göre değişiklik gösterdiği halde ($P < 0,05$), erkeklerde sadece lipit miktarı değişmekte ($P < 0,05$), buna karşın protein ve glikojen miktarlarında istatistiksel açıdan önemli bir değişim olmamaktadır ($P > 0,05$) (Çizelge 2).

G. mellonella larvasından elde edilen dişide ortalama 0,05 mg protein, 0,12 mg lipit ve 0,001 mg glikojen bulunurken, *E. kuehniella*' dan elde edilen dişide bu değerler sırasıyla 0,04 mg, 0,07 mg ve 0,002 mg olmuştur. Erkek parazitoidlerde söz konusu maddelerin miktarının *G. mellonella*'da yetiştirilenlerde 0,04 mg protein, 0,07 mg lipit ve 0,002 mg glikojen ve *E. kuehniella*' da yetiştirilenlerde sırasıyla 0,04 mg, 0,05 mg ve 0,004 mg olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 2. İki farklı konukçudan elde edilen dişi ve erkek *Bracon hebetor* (Say, 1836) (Hymenoptera: Braconidae) bireylerinde protein, lipit ve glikojen miktarları

		Parazitoitin Yetiştirildiği Konukçu	
		<i>Galleria mellonella</i>	<i>Ephesia kuehniella</i>
Protein (mg) Ort ± S.H.* (n)	Dişi	0,05±0,002a (200)	0,04±0,001b (200)
	Erkek	0,04±0,002a (200)	0,04±0,001a (200)
Lipit (mg) Ort ± S.H.* (n)	Dişi	0,12±0,002a (100)	0,07±0,002b (100)
	Erkek	0,07±0,004a (100)	0,05±0,002b (100)
Glikojen (mg) Ort ± S.H.* (n)	Dişi	0,001±0,000a (300)	0,002±0,000b (300)
	Erkek	0,002±0,001a (300)	0,004±0,001a (300)

n: Analizlerde kullanılan toplam birey sayısı

*: Aynı sütunda aynı harfle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemsizdir (P>0,05)

İdiobiont parazitoitlerde konukçu tür, gelişecek parazitoitin beslenmesi ve gelişmesi için temel kaynaktır. Bu nedenle büyük konukçular daha fazla madde içereceğinden, küçük olanlara göre genellikle daha kaliteli olarak kabul edilmektedir (Godfray, 1994). Elde edilen sonuçlara bakıldığında; konukçu türünün, özellikle dişi bireydeki protein, lipit ve glikojen miktarını etkilediği görülmektedir (Çizelge 2). Yeni ergin bir dişi parazitoit, üreme ve/veya beslenme için konukçu bulmak, bulduğu konukçular arasından kendisi için en uygun olanını seçmek ve üreme gibi hayatsal faaliyetleri devam ettirmek zorundadır. Tüm bu faaliyetleri gerçekleştirmek ve hayatını sürdürmek için bazı temel maddelere ihtiyacı vardır. Ergin evrede ihtiyaç duyulan maddelerin bir kısmı ergin öncesi evrede, bir kısmı ise ergin evrede alınan besin maddelerinden karşılanır. Bu durumda, *B. hebetor* için *G. mellonella* türü daha fazla kaynak içerdiğinden *E. kuehniella*'ya göre daha kaliteli olarak kabul edilebilir. *G. mellonella*'dan elde edilen dişilerde daha fazla miktarda protein ve lipit bulunduğu görülmektedir (Çizelge 2). Protein ve lipit miktarının fazla olması parazitoitin özellikle üremesi için önemlidir. Çünkü, *B. hebetor* dişisi ergin olduğunda hayatı boyunca üreteceği yumurtaların sadece belirli bir kısmına sahiptir ve protein ve lipit bakımından zengin olan yumurtaların üretimi dişinin hayatı boyunca devam eder. Dolayısıyla, ergin hayatın başlangıcında daha fazla protein ve lipide sahip olma dişiye avantaj sağlar. Bununla birlikte; iki farklı konukçuda yetiştirilen parazitoitlerin glikojen miktarlarına bakıldığında; küçük konukçudan elde edilen parazitoitlerin daha fazla miktarda glikojen içerdiği görülmektedir (Çizelge 2). Bu nedenle, parazitoit için sadece üzerinde yetiştirildiği konukçuda bulunan maddelerin miktarı değil, aynı zamanda bu maddelerin elde edilebilirlik derecesi de önemlidir. Ayrıca, parazitoitin gregar ya da soliter olması da konukçudan alacağı madde miktarını etkilemektedir. Gregar türlerde aynı konukçu üzerinde çok sayıda yavru gelişebildiğinden,

konukçunun kalitesi değerlendirilirken, konukçu büyüklüğü ile birlikte dişinin konukçuya bıraktığı yumurta sayısı, bu yumurtalardan açılım oranı ve konukçuda gelişen yavruların ölüm oranı gibi etkenler de dikkate alınmalıdır.

Daha önce yapılan çalışmalarda, idiobiont *B. hebetor*'un yetiştirilmesinde konukçu olarak, *E. kuehniella* ve *G. mellonella* larvaları kullanıldığında *G. mellonella*' da yetiştirilenlerin daha kısa sürede ergin oldukları, toplam verimin arttığı ve elde edilen erginlerin de daha büyük oldukları belirlenmiştir (Gündüz & Gülel, 2005 a, b). Benzer şekilde, Van Laerhoven & Stephen (2003) başka bir idiobiont parazitoit olan *Roptrocercus xylophagorum* Ratzeburg (Hymenoptera: Pteromalidae)'u büyüklük bakımından farklı iki konukçuda [*Dendroctonus frontalis* Zimmermann (Coleoptera: Scolytidae) ve *Ips calligraphus* Germar (Coleoptera: Scolytidae)] yetiştirdiklerinde, daha büyük olan *I. calligraphus*'dan daha büyük dişiler elde edildiğini ve bu dişilerin veriminin diğer konukçudakilere göre daha fazla olduğunu belirlemişlerdir. Buna karşın, diğer iki idiobiont parazitoit [*Muscidifurax raptorellus* Kogan & Legner (Hymenoptera: Pteromalidae) ve *Hyssopus pallidus* Askew (Hymenoptera: Eulophidae)] ile yapılan çalışmalarda konukçu büyüklüğünün, konukçu kalitesi ile eş anlama gelmediği gösterilmiştir (Harvey & Gols, 1998; Hackerman et al., 2007).

Sonuç olarak, bu çalışmadaki parazitoit-konukçu etkileşimini biyokimyasal açıdan değerlendirdiğimizde her iki konukçunun da *B. hebetor* bireylerinin yetiştirilmesi için yeterli olduğunu söyleyebiliriz. İdeal bir biyolojik kontrol ajanı, etkin olduğu zararlı türün popülasyonunu, ekonomik zarar düzeyinin altındaki bir seviyede tutabilmelidir. Bu nedenle, parazitoitin ortamda istenildiği anda ve istenen sayıda bulunması oldukça önemlidir. Büyük konukçu, *G. mellonella*, parazitoit dişisine daha fazla protein ve lipit sağladığından ve bu söz konusu iki madde üretilen yumurtaların temel bileşenlerini oluşturduğundan, *B. hebetor*'un toplu üretiminde *G. mellonella* larvalarının seçilmesi daha uygun olabilir.

Özet

Bracon hebetor (Say, 1836) (Hymenoptera: Braconidae), depo ürünlerine zarar veren bazı pyralid türlerin gregar, larva ektoparazitoitidir. Burada, *B. hebetor*'un iki konukçusundaki [*Galleria mellonella* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Pyralidae) ve *Ephestia kuehniella* (Zeller, 1879) (Lepidoptera: Pyralidae)], protein, lipit ve glikojen miktarları belirlenmiştir. Ayrıca, bu iki konukçu türünün yeni ergin dişi ve erkek parazitoitteki protein, lipit ve glikojen miktarlarına etkisi de araştırılmıştır.

Sonuçlar, her konukçudaki ortalama protein, lipit ve glikojen miktarının konukçu büyüklüğü ile pozitif ilişkili olduğunu göstermiştir. Büyük konukçu, *G. mellonella*, daha küçük konukçu olan *E. kuehniella*'dan daha fazla miktarda

protein, lipid ve glikojene sahiptir. Dişî parazitoitteki protein, lipid ve glikojen miktarları konukçu türüne göre önemli derecede değişmiştir. *G. mellonella*'dan elde edilen dişî parazitoitlerdeki protein ve lipid seviyeleri, *E. kuehniella*'dan elde edilenlere göre daha fazladır. Bunun aksine, *E. kuehniella*'dan elde edilen dişîler, *G. mellonella*'dan elde edilenlerden çok daha fazla glikojene sahiptir. İki konukçudan elde edilen erkeklerin protein ve glikojen miktarlarında istatistiksel olarak önemli bir farklılık yoktur. Bununla birlikte, *G. mellonella* larvalarında gelişen erkekler, *E. kuehniella* larvalarında gelişenlerden daha fazla lipid miktarına sahiptir.

Teşekkür

Biyokimyasal analizlerin yapımı ve sonuçların değerlendirilmesindeki katkılarından dolayı Yrd. Doç. Dr. Kubilay Metin ve Araştırma Görevlisi Burcu Bakır Ateşlier (Adnan Menderes Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü)'e teşekkür ederiz.

Yararlanılan Kaynaklar

- Brower, J. H. & J. W. Press, 1990. Interaction of *Bracon hebetor* (Hymenoptera: Braconidae) and *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) in suppressing stored-product moth populations in small inshell peanut storages. **Journal of Economic Entomology**, **83** (3): 1096-1101.
- Collier, T. R., 1995. Host feeding, egg maturation, resorption, and longevity in the parasitoid *Aphytis melinus* (Hymenoptera: Aphelinidae). **Annals of the Entomological Society of America**, **88** (2): 206-214.
- 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**: 265-276.
- England, S. & E. W. Evans, 1997. Effects of pea aphid (Homoptera: Aphididae) honeydew on longevity and fecundity of the alfalfa weevil (Coleoptera: Curculionidae) parasitoid *Bathyplectes curculionis* (Hymenoptera: Ichneumonidae). **Environmental Entomology**, **26** (6): 1437-1441.
- Fadamiro, H. Y. & G. E. Heimpel, 2001. Effects of partial sugar deprivation on lifespan and carbohydrate mobilization in the parasitoid *Macrocentrus grandii* (Hymenoptera: Braconidae). **Annals of the Entomological Society of America**, **94** (6): 909-916.
- Godfray, H. J. C., 1994. Parasitoids; Behavioral and Evolutionary Ecology. Princeton University Press, Princeton, NJ, 488 pp.
- Gülel, A., 1991. Doğal besin kalitesindeki değişikliklerin parasitoid *Dibrachys boarmiae*'nin verim ve ergin boyuna etkileri. **Doęa Türk Zooloji Dergisi**, **15**: 289-295.
- Gündüz, N. E. A. & A. Gülel, 2004. *Bracon hebetor* (Say) (Hymenoptera: Braconidae) erginlerinde konukçu türünün ve besin tipinin ömür uzunluęuna etkisi. **Türkiye Entomoloji Dergisi**, **28** (4): 275-282.

- Gündüz, N. E. A. & A. Gülel, 2005a. Ergin yaşı ve konukçu türünün parazitoit *Bracon hebetor* (Say) (Hymenoptera: Braconidae)'un gelişme süresine etkisi. **Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi**, **20** (2): 31-36.
- Gündüz, N. E. A. & A. Gülel, 2005b. Investigation of fecundity and sex ratio in the parasitoid *Bracon hebetor* (Say) (Hymenoptera: Braconidae) in relation to parasitoid age. **Turkish Journal of Zoology**, **29**: 291-294.
- Häckerman, J., A. S. Rott & S. Dorn, 2007. How two different host species influence the performance of a gregarious parasitoid: host size is not equal to host quality. **Journal of Animal Ecology**, **76**: 376-383.
- Harvey, J. A. & G. J. Z Gols, 1998. The influence of host quality on progeny and sex allocation in the pupal ectoparasitoid, *Muscidifurax raptellus* (Hymenoptera: Pteromalidae). **Bulletin of Entomological Research**, **88**: 299-304.
- Harvey, J. A., L. E. M. Veř, N. Jiang & R. Gols, 1998. Nutritional ecology of the interaction between larvae of the gregarious ectoparasitoid, *Muscidifurax raptellus* (Hymenoptera: Pteromalidae), and their pupal host, *Musca domestica* (Diptera: Muscidae). **Physiological Entomology**, **23**: 113-120.
- Heimpel, G. E., M. F. Antolin, R. A. Franqui & M. R. Strand, 1997. Reproductive isolation and genetic variation between two "strains" of *Bracon hebetor* (Hymenoptera: Braconidae). **Biological Control**, **9**: 149-156.
- Hogervorst, P. A. M., F. L. Wäckers & J. Romeis, 2007. Effect of honeydew sugar composition on the longevity of *Aphidius ervi*. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, **122**: 223-232.
- Jervis, M. A., N. A. C. Kidd, M. G. Fitton, T. Huddleston & H. A. Dawah, 1993. Flower-visiting by hymenopteran parasitoids. **Journal of Natural History**, **27**: 67-105.
- Joseph, H., J. M. Roe, R. Bailey, G. Richard & N. R. John, 1961. Complete removal of glycogen from tissues by extraction with cold trichloroacetic acid solution. **Journal of Biological Chemistry**, **236**: 1244-1246.
- Lee, J. C., G. E. Heimpel & G. L. Leibe, 2004. Comparing floral nectar and aphid honeydew diets on the longevity and nutrient levels of a parasitoid wasp. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, **111**: 189-199.
- Lowry, O. H., N. T. Rosebrough, A. L. Farr & R. J. Randall, 1951. Protein measurement with the folin phenol reagent. **Journal of Biological Chemistry**, **193**: 265-275.
- Mackauer, M., 1986. Growth and developmental interactions in some aphids and their hymenopterous parasites. **Journal of Insect Physiology**, **32**: 275-280.
- Morales-Ramos, J. A., M. G. Rojas & E. G. King, 1996. Significance of adult nutrition and oviposition experience on longevity and attainment of full fecundity of *Catolaccus grandis* (Hymenoptera: Pteromalidae). **Annals of the Entomological Society of America**, **89** (4): 555-563.
- Nicholas, V., R. Carroll, W. Longley & H. R. Joseph, 1956. The determination of glycogen in liver and muscle by use of anthron reagent. **Journal of Biological Chemistry**, **220**: 583-593.
- Olson, D. M. & D. A. Andow, 1998. Larval crowding and adult nutrition effects on longevity and fecundity of female *Trichogramma nubilale* Ertle and Davis (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Environmental Entomology**, **27** (2): 508-514.

- 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.
- Plummer, D. T., 1971. An Introduction to Practical Biochemistry. McGraw Hill Book Comp. U.K. 369 pp.
- Rivero, A. & J. Casas, 1999. Incorporating physiology into parasitoid behavioral ecology: the allocation of nutritional resources. **Research in Population Ecology**, **41**: 39-45.
- Tillman, P. G. & J. R. Cate, 1993. Effect of host size on adult size and sex ratio of *Bracon mellitor* (Hymenoptera: Braconidae). **Environmental Entomology**, **22** (5): 1161-1165.
- Tunçyürek, C. M., 1972. *Bracon hebetor* (Say) (Hymenoptera: Braconidae) ile *Cadra cautella* (Walk) ve *Anagasta kuehniella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae)' ye Karşı Biyolojik Savaş İmkanları Üzerinde Araştırmalar. Teknik Bülten No:20, Bornova Zirai Mücadele Araştırma Ens., İzmir, 78 s.
- Uçkan, F. & A. Gülel, 2000. *Apanteles galleriae* Wilkinson (Hym.; Braconidae)'nin bazı biyolojik özelliklerine konukçu türün etkileri. **Turkish Journal of Zoology**, **24**: 105-113.
- Ueno, T., 1997a. Host age preference and sex allocation in the pupal parasitoid *Itoplectis naranyae* (Hymenoptera: Ichneumonidae). **Annals of the Entomological Society of America**, **90** (5): 640-645.
- Ueno, T., 1997b. Effects of superparasitism, larval competition, and host feeding on offspring fitness in the parasitoid *Pimpla nipponica* (Hymenoptera: Ichneumonidae). **Annals of the Entomological Society of America**, **90** (5): 682-688.
- Van Handel, E., 1985. Rapid determination of total lipids in mosquitoes. **Journal of the American Mosquito Control Association**, **1**: 302-304.
- Van Laerhoven, S. L & F. M. Stephen, 2003. Host species influences body size and egg load of the bark beetle parasitoid *Roptrocercus xylophagorum* (Hymenoptera: Pteromalidae). **Canadian Entomologist**, **135** (5): 737-740.
- Waldbauer, G. P. & S. Friedman, 1991. Self-selection of optimal diets by insects. **Annual Review of Entomology**, **36**: 43-63.