

Konak Türünün *Bracon hebetor* Say 1836 (Hymenoptera: Braconidae) Erginlerinin Karbohidrat, Glikojen ve Lipit Miktarlarına Etkisi

Nevran Eylem AKMAN GÜNDÜZ^{a*}, Özgür ÖZCAN^b, Adem GÜLEL^a

^aOndokuz Mayıs Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, 55139

Kurupelit/Samsun

^bSamsun Su ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğü,

İçme Suyu Arıtma Tesisi, Tekkeköy/Samsun

Öz

Bracon hebetor Say, 1836 (Hymenoptera: Braconidae), depo ürünlerine zarar veren bir kaç tür zararlı lepidopterin gregar larval ektoparazitoidir. Bu çalışmada, laboratuvar koşulları altında dört farklı konak türünün *Bracon hebetor*'un total karbohidrat, glikojen ve lipit miktarları üzerine etkisi araştırılmıştır. *Ephestia kuehniella* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae), *Plodia interpunctella* Hübner (Lepidoptera: Pyralidae), *Cadra cautella* Walker (Lepidoptera: Pyralidae) ve *Achoria grisella* Fabricus (Lepidoptera:Pyralidae) konak olarak kullanılmıştır. Konak türlerinin, dişi parazitoidlerin karbohidrat miktarına önemli bir etkisi olmamıştır. Bununla birlikte, *C. cautella*'da yetiştirilen erkekler diğer konak türlerinde yetiştirilenlerden daha fazla karbohidrat içermektedir. Dişilerde glikojen seviyesi konak türlerine göre önemli bir değişim göstermiştir. *A. grisella*'da yetiştirilen dişiler en yüksek glikojen seviyesine sahiptir. Benzer şekilde, *A. grisella* konak olarak kullanıldığında erkekler en yüksek glikojen seviyesine sahip olmuşlardır. Dişi ve erkek parazitoidler, lipit seviyesinde farklı eğilimler göstermiştir. *C. cautella*'da yetiştirilen dişiler en düşük seviyede lipide sahiptir. Bununla birlikte, diğer üç konak türünde yetiştirilen dişiler arasında önemli bir farklılık yoktur. Erkeklerde, en yüksek seviye *P. interpunctella* üzerinde gözlenmiş ve diğer konaklarda önemli bir fark tespit edilmemiştir.

Anahtar Kelimeler: *Bracon hebetor*, konak türü, karbohidrat, glikojen, lipit

* Corresponding author
e-mail: eakman@omu.edu.tr

Received: 01.12.2017

Accepted: 06.02.2018

Effect of host species on carbohydrate, glycogen and lipid levels of *Bracon hebetor* Say, 1836 (Hymenoptera: Braconidae) adults

Abstract

Bracon hebetor Say, 1836 (Hymenoptera: Braconidae) is a gregarious larval ectoparasitoid of several species of important lepidopterous pests of stored products. In this study, the effect of four host species on carbohydrate, glycogen and lipid levels of *B. hebetor* was examined under laboratory conditions. *Ephestia kuehniella* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae), *Plodia interpunctella* Hübner (Lepidoptera: Pyralidae), *Cadra cautella* Walker (Lepidoptera: Pyralidae) and *Achoria grisella* Fabricius (Lepidoptera: Pyralidae) were used as host. Host species had no significant effect on carbohydrate level of female parasitoids. However, males reared on *C. cautella* had much more carbohydrate than those reared on other host species. Glycogen level of females significantly varied with host species. Females reared on *A. grisella* had the highest level of glycogen. Similarly, males had the highest level of glycogen when *A. grisella* used as host. Female and male parasitoids showed different trends in lipid levels. Females that reared on *C. cautella* had the lowest lipid level. However, there was no significant difference among the females reared on other three host species. For males, the highest level was observed on *P. interpunctella* and no significant difference was determined on the other hosts.

Keywords: *Bracon hebetor*, host species, carbohydrate, glycogen, lipid

Giriş

Parazitoitler, zararlı türlerle mücadelede yaygın olarak kullanılan biyolojik mücadele etmenleridir [1-5]. Biyolojik mücadelede kullanılan bir parazitoit türünün başarısı parazitoit [6, 7] ve/veya konağa [8] ait özellikler ya da çevresel faktörler tarafından etkilenmektedir [9]. Dişi parazitoidin seçmiş olduğu konak, yumurtadan çıkan parazitoit larvasının tek besin kaynağını oluşturmaktadır [10].

Uygun konak yoğunluğuna sahip bir ortamda dişi parazitoit, ergin öncesi

dönemde büyüme ve gelişme, ergin dönemde ise hayatta kalma, üreme gibi hayatsal işlevleri etkileyen daha kaliteli konakları tercih eder [2, 11]. Bu da hayatta kalma oranı ve uyum yeteneği fazla olan bir neslin elde edilmesine olanak sağlar. Konak yoğunluğunun daha düşük olması durumunda ise, dişi parazitoit kendi uyum yeteneğini maksimuma çıkarmak için daha düşük kalitedeki konakları seçebilir ve bunların oğul döllerini bu düşük kalitedeki konaklarda geliştirmek zorunda kalır [12].

İdiobiont türlerin konakları, besinsel açıdan birtakım tamamlayıcı unsurlar içermektedir. Bunların konaklarından büyük olanlar, gelişen parazitoit larvası için daha fazla besinsel kaynak içerdiğinden daha kaliteli olarak kabul edilebilir [2, 13].

Konak türünün parazitoitlerin bazı biyolojik özellikleri üzerindeki etkileri çeşitli çalışmalarla ortaya konmuştur. Örneğin, Taylor [14] *Bracon hebetor* Say (Hymenoptera: Braconidae) ve iki farklı konak türü [*Anagasta kuehniella* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae) ve *Plodia interpunctella* Hübner (Lepidoptera: Pyralidae)] kullanarak yapmış olduğu çalışmada; *B. hebetor* tarafından bırakılan toplam yumurta sayısının konak yoğunluğundan etkilenmediğini, buna karşılık konak türünden etkilendiğini göstermiştir. Van Laerhoven ve Stephen [15] başka bir idiobiont parazitoit olan *Roptrocerus xylophagorum* Ratzeburg (Hymenoptera: Pteromalidae)'u büyüklük bakımından farklı iki konakta [*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 konaktakilere göre daha fazla olduğunu belirlemişlerdir.

Gündüz ve Gülel [16, 17] *B. hebetor*'un yetiştirilmesinde konak olarak, *Ephestia kuehniella* ve *Galleria mellonella* Linnaeus (Lepidoptera: Pyralidae) larvalarını kullandıkları çalışmalarında *G. mellonella*' da yetiştirilenlerin daha kısa sürede ergin olduklarını, toplam verimin arttığını ve elde edilen erginlerin de daha büyük olduklarını belirlemişlerdir.

Gregar, larval, idiobiont bir ektoparazitoit tür olan *B. hebetor*, gelişim süresinin kısa olması, her dölde fazla sayıda ergin vermesi, kolaylıkla yetiştirilebilmesi nedeniyle biyolojik kontrol çalışmalarında oldukça fazla tercih edilmektedir [16-19]. Bu çalışmada, konak türünün, parazitoidin sadece biyolojik özelliklerini değil, bu özelliklerin ortaya çıkmasında etken olan biyokimyasal özelliklerini de etkileyebileceği düşüncesinden yola çıkılarak dört farklı konak türünün *B. hebetor* erginlerinin karbohidrat, glikojen ve lipit miktarlarına etkisi araştırılmıştır.

Materyal-Yöntem

Denemelerde parazitoit olarak *B. hebetor*, konak türü olarak *E. kuehniella*, *P. interpunctella*, *Cadra cautella* Walker (Lepidoptera: Pyralidae) ve *Achoria grisella* Fabr. (Lepidoptera: Pyralidae)'nın son evre larvaları kullanılmıştır.

Konak ve Parazitoit Kültürlerinin Hazırlanması

Konak olarak kullanılan *E. kuehniella* ve *P. interpunctella* kültürlerini kurmak için konak erginleri, içerisinde steril edilmiş mısır unu bulunan ve ağzı hava sirkülasyonunu önlemeyecek şekilde bez ile kapatılmış bir litrelik cam kavanozlara konulmuştur. *A. grisella* kültürü hazırlarken cam kavanozlara mısır unu yerine bal peteği, *C. cautella* kültüründe ise buğday ruşeymi konularak yukarıda belirtilen şekilde kültürler kurulmuştur. Parazitoit *B. hebetor* stok kültürleri 10 ml'lik cam tüplere ergin bir dişi ve bir erkek ile bir konak larvası konularak hazırlanmıştır. Konak ve parazitoit kültürleri 26±2 °C, %60±5 nisbi nem ve 16:8 (A:K) fotoperiyot koşullarında tutulmuştur. Bu şekilde hazırlanan farklı konak kültürlerinden elde edilen 0-24 saat yaşlı dişi ve erkek parazitoitler biyokimyasal analizlerde kullanılmıştır. Bunun için, parazitoitler ayrı ayrı 1.5 ml'lik mikrosantrifüj tüplerine konularak, analiz yapılmaya kadar – 20 °C de bekletilmiştir.

Biyokimyasal Analizler

Karbohidrat, glikojen ve lipit analizlerinde van Handel [20, 21] tarafından sivrisinekler için geliştirilen, daha sonra değişik araştırmacılar tarafından parazitoitlerde de uygulanmış olan [22- 24] bir seri biyokimyasal test kullanılmıştır.

Bunun için; ayrı ayrı 1.5 ml lik mikrosantrifüj tüpüne konulan dişi ve erkek parazitoitlerin üzerine 50µl %2'lik sodyum

sülfat çözeltisi ilave edildikten sonra homojenizasyon yapılmıştır. Homojenatların üzerine 450µl kloroform:metanol (1:2) karışımı ilave edilerek karıştırılmıştır. Örnekler 14.000 devir/dakikada oda sıcaklığında 2 dakika santrifüj edilmiştir. Santrifüj sonunda oluşan süpernatanttan 200µl karbohidrat analizinde, 200µl lipit analizinde kullanılmak üzere ayrı ayrı cam tüplere (10×50 mm) aktarılmıştır. Mikrosantrifüj tüpünün dip kısmında kalan çökelti glikojen analizinde kullanılmıştır. Karbohidrat analizinde kullanılacak tüpler, tüpte yaklaşık 50 µl çözelti kalıncaya kadar, lipit ve glikojen analizi yapılacak tüpler ise içlerinde kalan çözeltinin tamamı buharlaşana kadar 90 °C sıcaklıkta ısıtılmıştır. Bu tüplere aşağıda belirtilen işlemler uygulanmıştır.

Karbohidrat Analizi

Her bir parazitoitteki karbohidrat miktarını belirlemek için sıcak antron testi uygulanmıştır. Bunun için şeker içeren tüpe 950 µl antron ayırıcı konulduktan sonra tüpler 90 °C sıcaklıkta 15 dakika ısıtılmış ve buzda soğutulmuştur. Örneklerin absorbansları 625 nm dalga boyunda okunmuş ve standart olarak glikoz çözeltisi kullanılmıştır.

Glikojen Analizi

Glikojen çökeltisinin bulunduğu tüpe 1 ml antron ayırıcı konularak tüpler 90 °C sıcaklıkta 15 dakika ısıtılmış ve buzda

soğutulmuştur. Örneklerin absorpsanları 625 nm dalga boyunda okunmuş ve standart olarak glikoz çözeltisi kullanılmıştır.

Lipit Analizi

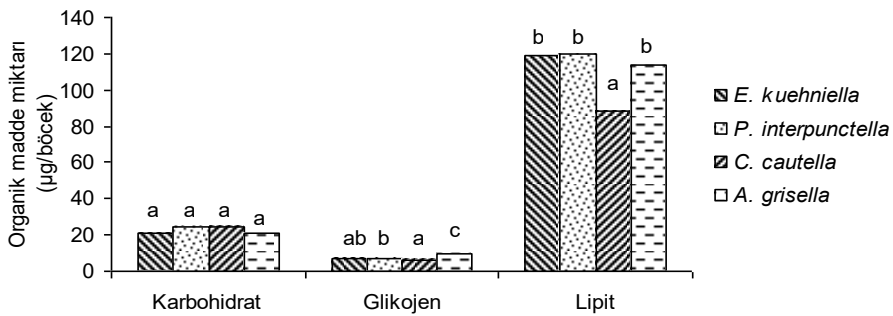
Lipit çökeltilisini içeren tüpe 40µl sülfirik asit çözeltisi ilave edilerek, 2 dakika 90 °C sıcaklıkta ısıtılmıştır. Tüpler soğutulduktan sonra üzerlerine 960µl vanilin-fosforik asit karışımı ilave edilmiştir. Karışım 30 dakika oda sıcaklığında bekletilerek bir renk oluşumu sağlanmıştır. Örneklerin absorpsan değerleri, 525 nm dalga boyunda okunmuş ve lipit standardı olarak mısır yağı (% 0.1) çözeltisi kullanılmıştır.

Elde Edilen Verilerin İstatistiksel Olarak Değerlendirilmesi

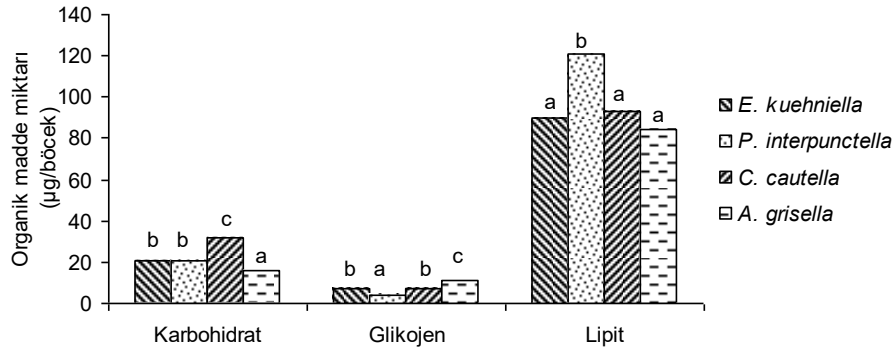
Verilerin istatistiksel analizleri SPSS for Windows (ver.15) software paket programı kullanılarak yapılmıştır. İki'den fazla grubun karşılaştırılmasında tek yönlü varyans analizi (One-way ANOVA) kullanılmıştır. Bu testten elde edilen sonuçların önemli olması durumunda ortalamalar “Student-Newman-Keuls (SNK) Testi” kullanılarak değerlendirilmiştir. Sonuçların değerlendirilmesinde $\alpha=0.05$ güven sınırı esas alınmıştır.

Bulgular

Bu çalışmada, Lepidoptera takımına ait dört farklı konak üzerinde yetiştirilen dişi ve erkek *B. hebetor* bireylerindeki karbohidrat, glikojen ve lipit miktarları karşılaştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar, dişi ve erkekler için ayrı ayrı olacak şekilde Şekil 1 ve Şekil 2’de gösterilmiştir.



Şekil 1. Konak türünün dişi *Bracon hebetor* (Say, 1836) (Hymenoptera: Braconidae) bireylerinde karbohidrat, glikojen ve lipit miktarına etkisi



Şekil 2. Konak türünün erkek *Bracon hebetor* (Say, 1836) (Hymenoptera: Braconidae) bireylerinde karbohidrat, glikojen ve lipit miktarına etkisi

Konak türünün, dişi ve erkek parazitoitlerin karbohidrat miktarına etkisi değerlendirildiğinde; dişilerde karbohidrat miktarlarının birbirinden farklı olmadığı (Şekil 1) ($F=2.653$ $df=3,115$ $p=0.052$), buna karşın *C. cautella*'da yetiştirilen erkeklerde ise karbohidrat miktarının diğer konaktakilere oranla daha fazla olduğu ($F=8.055$ $df=3,116$ $p=0.000$) belirlenmiştir (Şekil 2).

Farklı konaklardan elde edilen yeni ergin dişi ve erkeklerin glikojen miktarlarına bakıldığında ise, konak olarak *A. grisella* kullanıldığında her iki eşeyde de daha fazla glikojen bulunduğu belirlenmiştir (Şekil 1 ve 2) ($F_{Dişi}=21.661$, $F_{Erkek}=48.444$ $df=3,116$ $p=0.000$). Bu durum bu konak türünün yetiştirilmesinde kullanılan besinin, diğer konukçuların besininden tamamen farklı olmasından kaynaklanmış olabilir.

Konak türü, *B. hebetor* bireylerinin lipit miktarını her iki eşeyde farklı şekilde etkilemiştir (Şekil 1 ve 2). *C. cautella*'da yetiştirilen dişilerin lipit miktarı diğer konaklardakilerden daha az iken ($F=9.872$ $df=3,116$ $p=0.000$); *E. kuehniella*, *P. interpunctella* ve *A. grisella*'da yetiştirilenlerin benzer oranda lipit içermektedir. Buna karşın, erkeklerde konak olarak *C. cautella*, *E. kuehniella*, *A. grisella* kullanıldığında lipit miktarının farklı olmadığı, *P. interpunctella*'da yetiştirilenlerde ise daha fazla lipit bulunduğu belirlenmiştir ($F=14.931$ $df=3,116$ $p=0.000$).

Tartışma

Ergin parazitoitler yaşama ve üreme faaliyetlerini gerçekleştirmek için karbonhidrat, protein ve lipit gibi temel besin unsurlarına ihtiyaç duyarlar [3, 8, 9, 14, 23, 24]. Söz konusu maddeler, ya ergin

öncesi gelişim sırasında alınan besinlerden karşılanır ya da erginler tarafından bazı öncül bileşiklerin kullanılmasıyla sentezlenir. Ergin öncesi ve ergin dönemde alınan besin kalite ve kantitesinin parazitoidin gelişme süresi, verim, eşey oranı ve ömür uzunluğu gibi birçok özelliğini etkilediği farklı türlerle yapılan çalışmalarda ortaya konmuştur [13, 15, 23, 24].

B. hebetor hem konak hem de konak dışı besinlerle beslenen bir türdür [25, 26]. Bu parazitoit türünün bireyleri, ergin olduktan sonra karbohidrat ihtiyaçlarını gidermek için doğada karbohidrat bakımından zengin besinleri arayıp bulmaktadır. Karbohidrat bakımından zengin besinlerle beslenme uçma, konak bulma, çiftleşme, yumurta bırakma gibi metabolik faaliyetlerde kullanılacak enerji ihtiyacının karşılanması açısından önemlidir [22, 24, 27]. Doğada bulunan karbohidrat bakımından zengin besinler arasında çiçek nektarı, polen ve bal özü sayılabilir [23, 27]. Sukroz, glukoz ve fruktoz, nektar ve balözünün en önemli bileşenleridir. Balözünü bu ana bileşenlere ilave olarak maltoz ve melibioz gibi bazı disakkaritleri ve melezitoz, rafinoz ve erloz gibi trisakkaritleri de içermektedir [28]. Bu şekerler ya hemen metabolik faaliyetler için gerekli enerji ihtiyacını karşılamak için kullanılır ya da daha sonra kullanılmak

üzere trehaloz veya glikojene dönüştürülerek depolanabilir [29, 30]. Karbohidratların depolama kapasitesi sınırlıdır bu nedenle karbohidratlar özellikle kısa süreli enerji ihtiyaçlarının karşılanmasında, lipitler ise uzun süreli enerji ihtiyaçlarının karşılanmasında kullanılmaktadır [31]. Böceklerde yağ cisimciği, işlevi bakımından insan karaciğerine benzer bir organdır. Karbohidratlar glikojen, lipitler ise trigliserit olarak yağ cisimciğinde depolanmaktadır [32].

Bu çalışmada 0-24 saat yaşlı ve herhangi bir besinle beslenmemiş erginler kullanılmıştır. Bu durumda karbohidrat bakımından dişilerde bir farklılık belirlenmemiş olması doğaldır. Ayrıca çalışmada kullanılan konak türlerinin yaklaşık olarak aynı büyüklükte olması, farklılık görülmemesinin bir başka nedeni olabilir. Dişilerin aksine, *C. cautella* üzerinde yetişen erkeklerde diğer konaktakilere oranla daha fazla karbohidrat bulunmasının nedeni sadece konakta bulunan maddelerin miktarının değil, aynı zamanda bu maddelerin elde edilebilirlik derecesinin de önemli olduğunun göstergesi olabilir.

B. hebetor ile daha önce yapılan çalışmalarda, söz konusu türe ait erginlerin ergin hayatın başlangıcında maksimum lipide sahip oldukları, ergin hayatları süresince beslenmelerine rağmen lipit

miktarlarını artıramadıkları ve sahip olduğu kaynakları zamanla tükettikleri gösterilmiştir [33]. Benzer durum, *Macrocentrus grandii* (Goidanich) (Hymenoptera: Braconidae), *Nasonia vitripennis* (Walker) (Hymenoptera: Braconidae) ve *Diadegma insulare* (Cresson) (Hymenoptera: Ichneumonidae) gibi farklı parazitoit türleri ile yapılan çalışmalarda da ifade edilmiştir [22, 24, 34]. Fazla miktarda lipide sahip olma böceklere bazı avantajlar sağlamaktadır. Çünkü lipitler karbohidratlarla karşılaştırıldığında birim ağırlık başına daha fazla enerji verirler ve susuz olarak depolanabilirler. Ayrıca böceklerin lipitlerden metabolik su elde etme oranı karbohidratlara göre iki kat daha fazladır. Metabolik su, böceğin yaşam döngüsünde beslenmenin gerçekleşmediği evreler süresince oldukça önemlidir [35].

Jervis ve Kidd [26], farklı parazitoit türlerinin beslenme davranışları ile ilgili olarak yapmış oldukları çalışmalarında *B. hebetor*'un sinovigenik, otogen bir tür olduğunu ifade etmişlerdir. Sinovigenik türlerin dişileri ergin olduklarında sınırlı sayıda yumurtaya sahiptir ya da yumurtaları henüz olgunlaşmamıştır ve dişinin yumurta üretimi ve olgunlaştırılması hayat boyu devam eder [2, 26]. *B. hebetor* dişileri başlangıçta beslenme olmaksızın az sayıda da olsa yumurta bırakabilirler ve bu ilk yumurtalar için gerekli kaynak yağ

cisimciğinde depolanan kaynaklardan sağlanmaktadır. Lipitler sadece enerji ihtiyacını karşılamakla kalmaz aynı zamanda yumurtanın yapısında bulunan ana bileşenlerden de biridir [32, 36]. Bu yüzden lipit miktarının fazla olması aynı zamanda yumurta üretimini de etkilediği için parazitoidin üremesinde de önemlidir.

Gündüz ve ark. [37] sukroz ya da bal ile beslenen *B. hebetor* dişilerinin lipit kaynaklarını daha tutumlu kullandıklarını, tamamen aç bırakılan veya şeker verilmeyen dişilerin ise lipitlerini daha hızlı şekilde kullandıklarını belirlemişler ve karbohidrat alımının lipit tüketimini yavaşlattığını ileri sürmüşlerdir. Bu durumda, *B. hebetor* erginleri için fazla miktarda karbohidrata sahip olmanın parazitoidin lipit kullanımını da doğrudan etkilediğini söyleyebiliriz. Benzer sonuçlar *N. vitripennis* [34] ve *Asobara tabida* Nees [36] gibi parazitoit türleri için de bildirilmiştir. Söz konusu çalışmalar parazitoidin beslenme durumu ile metabolik kaynaklarını kullanması arasında güçlü bir ilişkinin olduğunu göstermektedir.

İdiobiont parazitoitlerde konak, ergin öncesi gelişim döneminde kullanılan temel besin kaynağını oluşturmaktadır. Bu nedenle büyük konaklar daha fazla madde içereceğinden, küçük olanlara göre genellikle daha kaliteli olarak kabul edilmektedir [2]. Gündüz ve ark. [10] *B. hebetor* ve iki farklı büyüklükteki konak

türünü, *G. mellonella* ve *E. kuehniella*, kullanarak yaptıkları çalışmada dişi parazitoidlerde protein, lipit ve glikojen miktarının, kullanılan konak türüne göre değişiklik gösterdiğini, erkeklerde ise protein ve glikojen miktarlarının konak türünden etkilenmediğini, ancak lipit miktarının değiştiğini göstermişlerdir. Yaptığımız çalışmada kullanılan konak türleri büyüklük açısından birbirinden çok farklı değildir. Buna rağmen, farklı konakların üzerinde yetiştirilen erkek ve dişi parazitoidlerin biyokimyasal özelliklerinde genel olarak farklılıklar gözlenmiştir. Bu durum sadece konakta bulunan maddelerin miktarının değil, aynı zamanda bu maddelerin çeşitlerinin ve elde edilebilirlik derecesinin de önemli olduğunu göstermektedir. Konağın yetiştirilmesinde kullanılan besin doğrudan konağın özelliklerini dolayısıyla da bu konaklarla beslenen parazitoidleri etkilemektedir. Konak besininin, konak üzerinde yetiştirilen parazitoid türlerinin bazı özelliklerini etkilediği farklı araştırmacıların çalışmalarında gösterilmiştir. Örneğin, Uçkan ve Ergin [38] konak *A. grisella*'yi doğal besini olan bal peteğinin kalite bakımından birbirinden farklı üç türü (kararmış petek, koyu sarımsı petek ve saf petek) ile besleyip, bu konaklar üzerinde parazitoid *Apanteles galleriae*'yi yetiştirmişlerdir. Sonuçta, parazitoidin

gelişme süresi, verim, eşey oranı, ömür uzunluğu ve büyüklük gibi biyolojik özelliklerinin konağın besin tipine göre farklılık gösterdiğini belirlemişlerdir. Bir başka çalışmada Özkan [39] iki farklı besin içeriği kullanılarak yetiştirilen *E. kuehniella* larvalarını konak olarak kullandıklarında soliter parazitoid *Chelonus oculator*'un gelişiminin konak besinine bağlı olarak önemli ölçüde değiştiğini göstermiştir. Benzer şekilde Cicero ve ark. [40] konak besin kalitesinin dört farklı parazitoid türünde oogenez ile ilişkili özellikleri etkilediğini göstermişlerdir.

Parazitoidin gregar ya da soliter olması parazitoidin konaktan alacağı madde miktarını etkileyen bir başka faktördür. Gregar türlerde aynı konak üzerinde çok sayıda yavru gelişebildiğinden, konağın kalitesi değerlendirilirken, konak büyüklüğü ile birlikte dışının konağa bıraktığı yumurta sayısı, bu yumurtalardan açılım oranı ve konakta gelişen yavruların ölüm oranı gibi etkenler de dikkate alınmalıdır. *B. hebetor* gregar bir türdür ve çalışma sırasında aynı günde bir konaktan çıkan bireyler rastgele seçilerek, bu bireylerde biyokimyasal analizler yapılmıştır. Bu durumda, dişi parazitoid konak üzerine daha fazla sayıda yumurta bıraktığında, konağın besin içeriği gelişecek parazitoid larvaları arasında paylaşılacaktır. Bu durum da farklı

konaklarda dişi ve erkekler için farklı sonuçlar elde edilmesinde etkili olabilir.

Sonuç

Sonuç olarak, bu çalışmada kullanılan dört konak türünün de *B. hebetor*' un yetiştirilmesi için uygun olduğu söylenebilir. Bununla birlikte, ileride yapılacak çalışmalarda, bu dört konakta bulunan karbohidrat, glikojen ve lipid miktarlarının belirlenerek mevcut çalışmanın sonuçlarına katkı sağlanması planlanmaktadır. Ayrıca konak türün özellikle protein açısından zengin bir kaynak olduğu göz önünde bulundurularak hem konak hem de bu konaklarda yetiştirilen parazitoitlerde protein miktarlarının da belirlenmesi yararlı olacaktır.

Bu çalışma Denizli'de düzenlenen 20. Ulusal Biyoloji Kongresi'nde poster bildirisi olarak sunulmuş ve özet kısmı kongre kitabında yayınlanmıştır.

Referanslar

[1] Doult RL, 1959. The Biology of Parasitic Hymenoptera. Annu Rev Entomol, 4: 161-182.

[2] Godfray HJC, 1994. Parasitoids; Behavioral and Evolutionary Ecology. Princeton University Press, Princeton, NJ.

[3] Lewis WJ, Stapel, JO, Cortesero AM, Takasu K, 1998. Understanding How Parasitoids Balance Food and Host Needs: Importance to Biological Control. Biol Control, 11: 175-183.

[4] Ueno T, 1998. Selective Host-Feeding on Parasitized Hosts by the Parasitoid *Itopectis naranyae* (Hymenoptera: Ichneumonidae) and Its Implication for Biological Control. Bull Entomol Res, 88, 461-466.

[5] Lane SD, Mills NJ, 2003. Intraspecific competition and density dependence in an *Ephestia kuehniella*-*Venturia canescens* laboratory system. Oikos, 101: 578-590.

[6] Stouthamer R, 1993. The use of sexual versus asexual wasps in biological control. Entomophaga, 38 (1): 3-6.

[7] Lane SD, Mills NJ, Getz WM, 1999. The effects of parasitoid fecundity and host taxon on the biological control of insect pests: the relationship between theory and data. Ecol Entomol, 24: 181-190.

[8] Mironidis GK, Savopoulou-Soultani M, 2009. Development, survival and growth rate of the *Hyposoter didymator*-*Helicoverpa armigera* parasitoid-host system: Effect of host instar at parasitism. Biol Control, 49: 58-67.

[9] Fink U, Völkl W, 1995. The effect of abiotic factors on foraging and oviposition success of the aphid parasitoid, *Aphidius rosae*. Oecologia, 103: 371-378.

[10] Gündüz EA, Gülel A, Işıtan ÖV, 2008. İki konukçu türün, larva ektoparazitoiti *Bracon hebetor* (Say, 1836) (Hymenoptera: Braconidae)'da protein, lipid

ve glikojen miktarlarına etkisi. Türk Entomol Derg, 32 (1): 33-42.

[11] Ueno T, 1997a. Host age preference and sex allocation in the pupal parasitoid *Itopectis naranyae* (Hymenoptera: Ichneumonidae). Ann Entomol Soc Am, 90 (5): 640-645.

[12] Ueno T, 1997b. Effects of superparasitism, larval competition, and host feeding on offspring fitness in the parasitoid *Pimpla nipponica* (Hymenoptera: Ichneumonidae). Ann Entomol Soc Am, 90 (5): 682-688.

[13] Harvey JA, Vet LEM, Jiang N, Gols R, 1998. Nutritional ecology of the interaction between larvae of the gregarious ectoparasitoid, *Muscidifurax raptorellus* (Hymenoptera: Pteromalidae), and their pupal host, *Musca domestica* (Diptera: Muscidae). Physiol Entomol, 23: 113-120.

[14] Taylor AD, 1988. Host effects on functional and ovipositional responses of *Bracon hebetor*. J Anim Ecol, 57: 173-184.

[15] Van Laerhoven SL, Stephen FM, 2003. Host species influences body size and egg load of the bark beetle parasitoid *Roptrocercus xylophagorum* (Hymenoptera: Pteromalidae). Can Entomol, 135 (5): 737-740.

[16] Gündüz NEA, Gülel A, 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.

[17] Gündüz NEA, Gülel A, 2005b. Investigation of fecundity and sex ratio in the parasitoid *Bracon hebetor* (Say) (Hymenoptera: Braconidae) in relation to parasitoid age. Turk J of Zool, 29: 291-294.

[18] Gül M, Gülel A, 1995. Parasitoid *Bracon hebetor* (Say) (Hymenoptera: Braconidae)'un biyolojisi ve konak larva büyüklüğünün verim ve eşey oranı üzerine etkisi. Turk J of Zool, 19: 231-235.

[19] Heimpel GE, Antolin MF, Franqui RA, Strand MR, 1997. Reproductive isolation and genetic variation between two "strains" of *Bracon hebetor* (Hymenoptera: Braconidae). Biol Control, 9: 149-156.

[20] Van Handel E, 1985a. Rapid determination of glycogen and sugars in mosquitoes. J Amer Mosq Cont Assoc, 1: 299-301.

[21] Van Handel E, 1985b. Rapid determination of total lipids in mosquitoes. J Amer Mosq Cont Assoc, 1: 302-304.

[22] Olson DM, Fadamiro H, Lundgren JG, Heimpel GE, 2000. Effects of sugar feeding on carbohydrate and lipid metabolism in a parasitoid wasp. Physiol Entomol, 25: 17-26.

[23] Fadamiro HY, Heimpel GE, 2001. Effects of partial sugar deprivation on

lifespan and carbohydrate mobilization in the parasitoid *Macrocentrus grandii* (Hymenoptera: Braconidae). *Ann Entomol Soc Am*, 94 (6): 909-916.

[24] Lee JC, Heimpel GE, Leibe GL, 2004. Comparing floral nectar and aphid honeydew diets on the longevity and nutrient levels of a parasitoid wasp. *Entomol Exp Appl*, 111: 189-199.

[25] Benson JF, 1973. Intraspecific competition in the population Dynamics of *Bracon hebetor* Say (Hymenoptera: Braconidae). *J Anim Ecol*, 42 (1): 105-124.

[26] Jervis MA, Kidd NAC, 1986. Host-feeding strategies in Hymenopteran parasitoids. *Biol Rev* 61: 395-434.

[27] Wyckhuys KAG, Strange-George JE, Kulhanek CA, Wäckers FL, Heimpel GE, 2008. Sugar feeding by the aphid parasitoid *Binodoxys communis*: How does honeydew compare with other sugar sources. *J Insect Physiol*, 54: 481-491.

[28] Wäckers FL, 2001. A comparison of nectar- and honeydew sugars with respect to their utilization by the hymenopteran parasitoid *Cotesia glomerata*. *J Insect Physiol*, 47: 1077-1084.

[29] Rivero A, Casas J, 1999. Incorporating physiology into parasitoid behavioral ecology: the allocation of nutritional resources. *Res Popul Ecol*, 41: 39-45.

[30] Fadamiro HY, Chen L, Onagbola EO, 'Fudd' Graham LC, 2005. Lifespan and patterns of accumulation and mobilization of nutrients in the sugar-fed phorid fly, *Pseudacteon tricuspis*. *Physiol Entomol*, 30: 212-224.

[31] Visser B, Ellers J, 2008. Lack of lipogenesis in parasitoids: a review of physiological mechanisms and evolutionary implications. *J Insect Physiol*, 54: 1315-1322.

[32] Rivero A, Casas J, 1999. Incorporating physiology into parasitoid behavioral ecology: the allocation of nutritional resources. *Res Popul Ecol*, 41: 39-45.

[33] Gündüz EA, Gülel A, 2010. Protein, lipid and glycogen levels in the parasitoid *Bracon hebetor* Say (Hymenoptera: Braconidae). *Turk J of Zool*, 34: 243-248.

[34] Rivero A, West SA, 2002. The physiological costs of being small in a parasitic wasp. *Evol Ecol Res*, 4: 407-420.

[35] Downer RGH, Matthews JR, 1976. Patterns of lipid distribution and utilization in insects. *Am Zool*, 16: 733-745.

[36] Ellers J, 1996. Fat and eggs: an alternative method to measure the trade-off between survival and reproduction in insect parasitoids. *Neth J Zool*, 46: 227-235.

[37] Gündüz EA, Gülel A, Işıtan ÖV, Boz A, Cesur Ö, 2010. Effects of sugar

feeding on lipid, glycogen, and total sugar levels of a female parasitoid, *Bracon hebetor* (Say) (Hymenoptera: Braconidae). Turk J Agric For, 34: 343-347.

[38] Uçkan F, Ergin E, 2002. Effect of host diet on the immature developmental time, fecundity, sex ratio, adult longevity, and size of *Apanteles galleriae* (Hymenoptera: Braconidae). Environ Entomol, 31(1):168-171.

[39] Özkan C, 2006. Effect of host diet on the development of the solitary egg-larval parasitoid *Chelonus oculator* in superparasitized *Ephestia kuehniella*. Phytoparasitica, 34(4): 338–346.

[40] Cicero L, Sivinski J, Aluja M, 2012. Effect of host diet and adult parasitoid diet on egg load dynamics and egg size of braconid parasitoids attacking *Anastrepha ludens*. Physiol Entomol, 37: 177-184.