

Seleksiyon ve Çiftleştirme Sistemlerinin Kalıtım Derecesi Tahminleri Üzerine Etkisi

Abdullah Nuri ÖZSOY¹ Mehmet Ali YILDIZ²

¹Isparta Uygulamalı Bilimler Üniv. Tarım Bilimleri ve Teknolojileri Fak. Zootečni Bölümü, Isparta
²Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü, Ankara
Sorumlu yazar: nuriozsoy@isparta.edu.tr

Geliş tarihi: 13.03.2019, Yayına kabul tarihi: 23.07.2019

Özet: Bu çalışmada, *Tribolium confusum* (Un biti) deneme materyalinde, seleksiyon ve çiftleştirme sistemlerinin kalıtım derecesine olan etkisi araştırılmıştır. Araştırmada oluşturulan kitle ve aile seleksiyon gruplarına 21. gün pupa ağırlığını arttırmaya yönelik 10 jenerasyon boyunca seleksiyon uygulanmıştır. Çalışmada iki seleksiyon grubu içerisinde dört çiftleştirme sistemi (fenotipik benzeyenlerin çiftleştirilmesi, fenotipik benzemeyenlerin çiftleştirilmesi, akrabalı yetiştirme, rasgele çiftleştirme) denenmiştir. Seleksiyon metodu ve çiftleştirme sistemleri uygulamalarında kalıtım derecesi tahminleri, Bireysel Hayvan Modeli temel alınarak, Kısıtlanmış Maksimum Olabilirlik (REML) tahmin metoduna göre yapılmıştır. Araştırmada *Tribolium confusum*' un pupa ağırlıklarında on jenerasyon sonunda, kitle seleksiyon grubunda 93.9 – 120.1 µg arasında, aile seleksiyon grubunda ise 76.2 – 101.5 µg arasında genetik ilerleme değerleri elde edilmiştir. Araştırmada 21. gün pupa ağırlığı kalıtım dereceleri fenotipik benzeyenlerin çiftleştirilme uygulaması setinde 0.43 – 0.54, fenotipik benzemeyenlerin çiftleştirme setinde, 0.55 – 0.72, akrabalı yetiştirme setinde, 0.38 – 0.50, rasgele çiftleştirme setinde ise 0.47 – 0.52 aralığında tahmin edilmiştir.

Anahtar kelimeler: *Tribolium confusum*, seleksiyon, çiftleştirme sistemleri, genetik parametre.

The Effect of Selection and Mating Systems on Heritability Estimates

Abstract: In this study, *Tribolium confusum* was used as experimental material and the effects of selection and mating systems on heritability were estimated. The selection had been applied for ten generations to increase the pupa weight at day 21. Four mating systems (phenotypic assortative mating, phenotypic disassortative mating, inbreeding, and random mating) had been tested for two selection methods (mass selection and family selection). Estimation of heritability in selection methods and mating system applications were made according to Restricted Maximum Likelihood (REML) estimation method based on Individual Animal Model. After ten generations, genetic improvement of *Tribolium confusum*'s 21-day pupal weight was calculated as 93.9-120.1 µg and 76.2-101.5 µg for mass selection lines and family selection lines, respectively. Coefficient of variation analysis revealed non-significant effects of selection methods and mating systems. In this study, heritability of pupa weight for the 21-day, in phenotypic assortative mating, phenotypic disassortative mating, inbreeding and random mating systems were estimated as 0.43– 0.54, 0.55 – 0.72, 0.38 – 0.50 and 0.47 – 0.52, respectively.

Keywords: *Tribolium confusum*, selection, mating system, genetic parameter.

Giriş

Hayvancılıkta ıslah programları, üzerinde durulan özellik veya özelliklerin genotipik değerlerinin istenilen seviyelere ulaştırılmak amacıyla yapılır. Islah programlarında bu yönde bir ilerlemenin sağlanabilmesi için

kullanılabilecek araçlar melezleme ve seleksiyondur (Düzgüneş ve ark., 1991). Seleksiyon programlarının hazırlanması, yürütülmesi ve sonuçlandırılması aşamalarında bilinmesi gereken en önemli parametrelerden birisi kalıtım derecesidir. Bu nedenle kalıtım derecesinin doğru bir

şekilde tahmin edilmesi gerekir. Günümüzde kalıtım derecesi tahminlerinde çoğunlukla REML yöntemi tercih edilmektedir.

Belirlenen ıslah amacı doğrultusunda veriler elde edilmiş, parametre ve damızlık değeri tahminleri doğru bir şekilde yapılmış ve yeterli sayıda hayvan damızlığı ayrılmış ise, bundan sonraki aşama hayvanların bir plan kapsamında çiftleştirilmesidir. Bu nedenle, çiftleştirme ıslah programı kapsamında yürütülen faaliyetlerin son halkasını oluşturur (Kumlu, 2003).

Çiftleştirme yöntemlerini rastgele (şansa bağlı) ve yönlendirilmiş çiftleştirme olmak üzere iki ana gruba ayırmak mümkündür. Rasgele çiftleşmede her hangi bir bireyin populasyon içindeki başka bir birey ile çiftleşme şansı eşittir. Yönlendirilmiş çiftleştirmelerde ise, bireylerin fenotipik özellikleri, pedigri kayıtları gibi bazı kriterler dikkate alınarak, belirli bir amaca yönelik kontrolü bir çiftleştirme söz konusudur. Çiftleştirme kriterinin genotip veya fenotip olması yönlendirilmiş çiftleştirmeleri, iki gruba ayırabilmemize olanak sağlar. Genotipik benzerliğin dikkate alındığı çiftleştirmelerde, çiftleşen bireylerin arasındaki akrabalık populasyonda rastgele çiftleşen bireylere oranla daha fazla ise akrabalı yetiştirme (inbreeding), genotipik benzerlik populasyonda rasgele çiftleşen bireylere oranla daha az ise bu durumda akrabalı olmayan yetiştirme (outbreeding) söz konusudur (Falconer and Mackay, 1996). Yönlendirilmiş çiftleştirmelerde, morfolojik özellikler veya performans gibi fenotipik özellikler dikkate alınarak çiftleştirmeler de yapılabilir. Bu durumda, çiftleştirmeler populasyondaki rastgele çiftleşenlere oranla daha fazla fenotipik benzeyenler arasında yaptırılıyor ise fenotipik benzeyenlerin çiftleştirilmesi (assortative mating veya positif assortative mating), fenotipleri daha az benzerler arasında bir eşleştirme uygulanıyor ise bu durumda fenotipik benzemeyenlerin çiftleştirilmesi (disassortative mating veya negative assortative mating) söz konusudur (Falconer and Mackay, 1996).

Çeşitli araştırmacılar tarafından (McBride and Robertson 1963; Wilson et al., 1965, 1968, 1974; Dion and Minvielle, 1985; Sutherland et al., 1968) farklı model

hayvanlar kullanılarak fenotipik ve genotipik varyansın çiftleştirme sistemleri uygulamaları etkisi ile değişimleri incelenmeye çalışılmıştır. Yine bu araştırmalarda fenotipik ve genotipik varyans tahminleri arasında önemli farklılıkların olmadığı ortaya konmuştur. Ancak seleksiyon altındaki populasyonda çiftleştirme sistemleri uygulamasının bir katkı meydana getirip getirmeyeceğine yönelik çalışmalar (Fernando et al., 1986; Tallis et al., 1986; Tallis et al., 1987) çoğunlukla bilgisayar simülasyonu uygulaması seviyesinde ve kısıtlıdır.

Yapılan bu çalışmada, daha çok bilgisayar modellemeleri ile çalışılan çiftleştirme sistemlerinin kalıtım derecesine etkisi gerçek veriler üzerinden Kısıtlanmış En Yüksek Olabilirlik (REML) yöntemi ile değerlendirilerek, avantaj ve dezavantajları belirlenmeye çalışılmıştır. Bu amaçla deneme materyali olarak *Tribolium confusum* (un biti) yararlanılmış ve 21. gün pupa ağırlığı özelliği üzerinde durulmuştur.

Materyal ve Yöntem

Deneme materyalini, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü Biyometri ve Genetik Anabilim Dalı Populasyon Genetiği Laboratuvar'na, Amerika Birleşik Devletleri California State Üniversitesinden (Newyork ve Sacramento hatları), İzmir Zirai Mücadele Enstitüsünden ve Samsun Zirai Mücadele Enstitüsünden 1993 yılında getirilen yabancı tip *Tribolium confusum* Jacquelin du. Val. (un biti) hatları oluşturmuştur.

Üzerinde durulan seleksiyon metotları ile çiftleştirme sistemleri kombinasyonlarında hedeflenen amaçlara ulaşılabilmesi için temel populasyonun, belirli bir büyüklükte ve genetik varyasyonun da olabildiğince yüksek seviyede olması gerekmektedir. Bu nedenle, stoklardan alınan dört farklı hattın (Newyork, Sacramento, İzmir ve Samsun hatları) resiprokal çiftleştirilmesi yoluna gidilerek temel populasyon oluşturulmuştur.

Denemede kitle ve aile seleksiyonu olmak üzere iki farklı seleksiyon metodu uygulanmıştır. Her bir seleksiyon metodu içerisinde, dört farklı çiftleştirme sisteminin her biri ikişer kere denenmiştir. Ayrıca

çalışmada seleksiyon ve yönlendirilmiş çiftleştirilmenin yapılmadığı iki adet kontrol grubu bulunmaktadır. Çizelge 1' de oluşturulan deneme grupları verilmiştir.

Her deneme grubu 200 (100 erkek ve 100 dişi) bireylik böcek popülasyonundan oluşmaktadır. Araştırmada %20 seleksiyon entansitesine göre en yüksek pupa ağırlığına sahip 20 erkek ve 20 dişi böcek seçilerek dört farklı çiftleştirme sistemine uygun olarak eşleşmeleri sağlanmıştır. Deneme 10 generasyon boyunca sürdürülmüştür. Çalışmadan elde edilen veriler karışık model

kullanılarak DFREML bilgisayar paket programı (Meyer, 1997) yardımıyla analiz edilmiştir. Araştırmada kullanılan formül 1 şu şekildedir;

$$y = Xb + Za + e \quad (1)$$

Burada; y = Gözlem değerleri vektörü, b = Sabit etkiler (cinsiyet, generasyon, hat, seleksiyon metodu) vektörünü, a = Şansa bağlı böcek etkileri vektörü, e = Hata vektörü.

Çizelge 1. Deneme hatları ve hatlar için kullanılan semboller

Table 1. Symbols used for research lines and lines

Seleksiyon metodu <i>Selection metod</i>	Çiftleştirme sistemi <i>Mating system</i>	Hat <i>Line</i>
Kitle <i>Mass selection</i>	Fenotipik benzeyenler <i>Phenotypic assortative mating</i>	KFB
	Fenotipik benzemeyenler <i>Phenotypic disassortative mating</i>	KFBZ
	Akrabalı yetiştirme <i>Inbreeding</i>	KAY
	Rasgele çiftleştirme <i>Random mating</i>	KR
Familiya <i>Family selection</i>	Fenotipik benzeyenlerin çiftleştirmesi <i>Phenotypic assortative mating</i>	FFB
	Fenotipik benzemeyenlerin çiftleştirmesi <i>Phenotypic disassortative mating</i>	FFBZ
	Akrabalı yetiştirme <i>Inbreeding</i>	FAY
	Rasgele çiftleştirme <i>Random mating</i>	FR
Kontrol <i>Control</i>	Şansa bağlı seçim ve rasgele çiftleştirme <i>Random selection and random mating</i>	KON

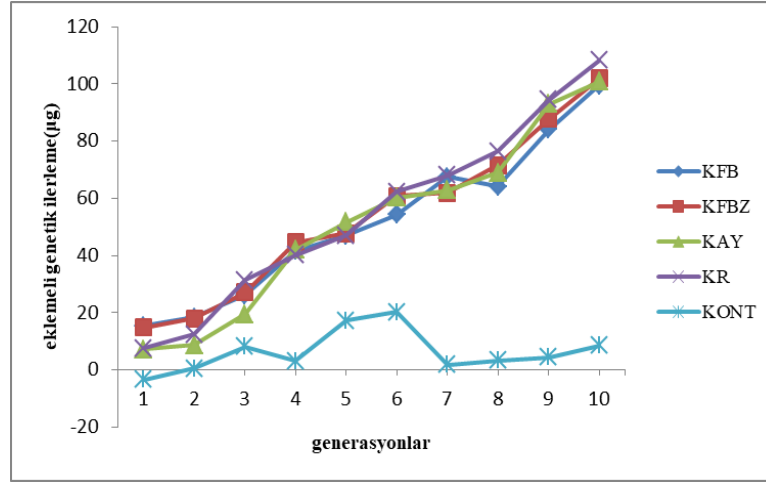
Bulgular ve Tartışma

Araştırmada, kitle seleksiyon ve familiya seleksiyon metotlarının çiftleştirme sistemleri ile birlikte ele alındığı deneme gruplarından elde edilen eklemeli genetik ilerleme değerleri, Şekil 1 ve 2 de verilmiştir.

Araştırmada pupa ağırlığı genetik ilerleme değerlerine ait generasyon ortalamaları varyans analizine tabi tutulmuştur. Buna göre kitle seleksiyon metodunun 13.7 μg değeri, familiya seleksiyon grubunda elde edilen 8.6 μg ' lik ortalama genetik ilerleme değerinden önemli derecede ($p < 0.01$) yüksektir. Çiftleştirme

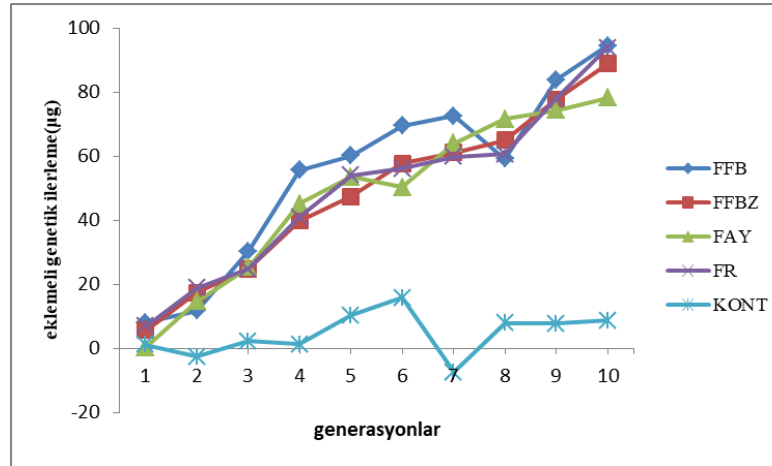
sistemleri ilerleme değerleri ortalamaları bakımından farklılıklar ise önemsiz ($p > 0.05$) bulunmuştur. Bu durum Wilson (1974)' de bildirilen sonuçlar ile uyumludur. Kitle seleksiyonuna ait genetik ilerleme değerinin familiya seleksiyonuna göre daha yüksek çıkması özelliğe ait kalıtım derecesinin yüksek olmasına bağlanabilir. Diğer taraftan pupa ağırlığı özelliği için, genetik ilerleme ortalamalarının şansa bağlı çiftleştirme yöntemi ve diğer çiftleştirme yöntemlerin bakımından her hangi bir farklılığın olmaması, Wilson et al., (1965, 1968), Sutherland et al., (1968); Campo et al., (1988); Dion and Minvielle (1985)' de

bildirilen sonuçların bir kısmı ile kısmen ve bir kısmı ile tamamen uyumludur.



Şekil 1. Kitle seleksiyonu ve çiftleştirme sistemlerinden elde edilen eklemeli genetik ilerlemeler

Figure 1. Additive genetic responses from mass selection and mating systems



Şekil 2. Aile seleksiyonu ve çiftleştirme sistemlerinden elde edilen eklemeli genetik ilerlemeler

Figure 2. Additive genetic responses from family selection and mating systems

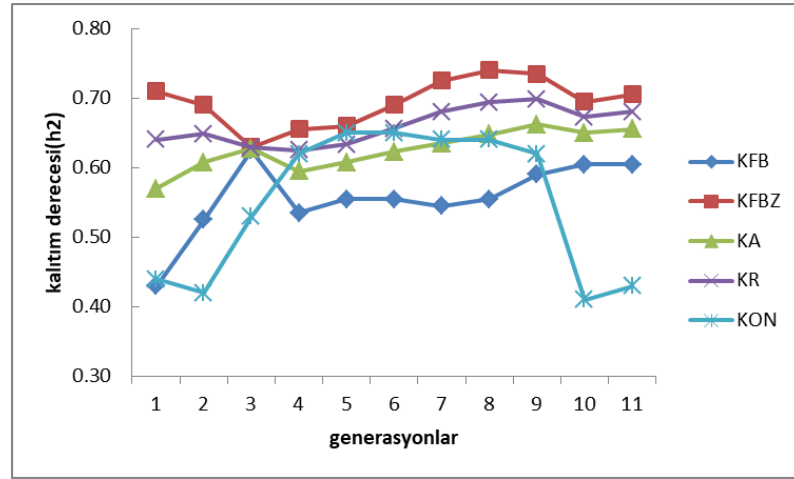
Araştırmada seleksiyon etkisi altında çiftleştirme sistemlerinin uygulandığı deneme gruplarında kalıtım derecelerine (h^2) ait tahminler karışık model (model1) kullanılarak elde edilmiştir. Buna göre fenotipik benzeyenlerin çiftleştirilme uygulaması setinde 0.43 – 0.54, fenotipik benzemeyenlerin çiftleştirme setinde, 0.55 – 0.72, akrabalı yetiştirme setinde, 0.38 – 0.50, rasgele çiftleştirme setinde ise 0.47 – 0.52 aralığında kalıtım derecesi tahminleri elde edilmiştir. Elde edilen bu tahminlerin generasyonlara göre değişimlerinin

incelenmesi amacı ile Şekil 3 ve 4 de verilen grafikler kullanılmıştır.

Buna göre her iki seleksiyon metodunda da kalıtım derecesi tahminlerinin generasyonlara göre değişimleri oldukça sınırlı bulunmuştur. Bu değişim kitle seleksiyon gruplarında kontrol grubu haricinde en yüksek (0.20) fenotipik benzeyenlerin çiftleştirilmesinden elde edilmiştir. Aile seleksiyon grubunda ise en yüksek değişim (0.15) yine fenotipik benzeyenlerin çiftleştirildiği gruptan elde edilmiştir. Tahmin edilen kalıtım

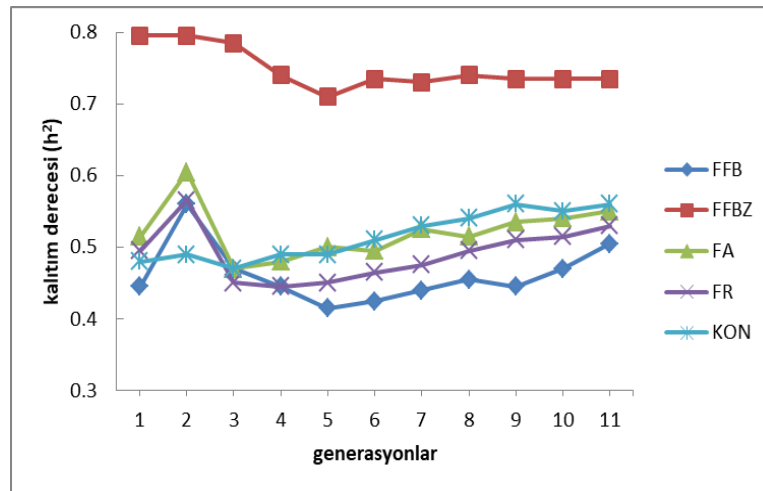
derecelerindeki bu kısıtlı değişimin generasyonlara bağlı olarak lineer bir değişim olup olmadığının belirlenmesi amacı ile regresyon analizine başvurulmuştur. Analiz iki seleksiyon yöntemi seleksiyon etkisi olarak değerlendirilerek yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar Çizelge 2’de verilmiştir.

Çizelge 2’ de verilen kalıtım derecesi tahminlerinin generasyonlara göre regresyon katsayıları fenotipik benzeyen ve genotipik benzeyen (akrabalı yetiştirme) gruplarında pozitif, Fenotipik benzemeyen ve rastgele çiftleştirme gruplarında ise negatif bulunmuştur. Ancak bulunan bu katsayılardan yalnızca akrabalı yetiştirme grubundan elde edilen katsayı değeri önemli ($p<0.01$) bulunmuştur.



Şekil 3. Kitle seleksiyonu ve çiftleştirme sistemlerinden elde edilen kalıtım derecesi tahminleri

Figure 3. Heritability from mass selection and mating systems



Şekil 4. Aile seleksiyonu ve çiftleştirme sistemlerinden elde edilen kalıtım derecesi tahminleri

Figure 4. Additive genetic responses from family selection and mating systems

Çizelge 2. Kalıtım derecesi tahminlerinin generasyon sayılarına göre regresyon katsayıları
 Table 2. Regression coefficients according to generation number estimates of heritability

Çiftleştirme sistemleri <i>Mating systems</i>	Regresyon katsayısı <i>Regression coefficient</i>
Fenotipik benzeyenler <i>Phenotypic assortative mating</i>	+0.3
Fenotipik benzemeyenler <i>Phenotypic disassortative mating</i>	-1.0
Akrabalı yetiştirme <i>Inbreeding</i>	+0.8**
Rasgele çiftleşme <i>Random mating</i>	-0.08

**; p<0.01

Sonuç

Çalışmada elde edilen genetik ilerleme değerleri bakımından çiftleştirme sistemleri arasında fark olmadığı görülmüştür. Kitle seleksiyonu uygulamasında familya seleksiyonuna göre daha yüksek genetik ilerleme sağlanmıştır. Genetik ilerleme değerleri bakımından, generasyonların seviyeleri arasında farklılık bulunurken, genel olarak, generasyonlar ilerledikçe genetik ilerleme hızında bir azalma ortaya çıkmaktadır. Seleksiyon ile birlikte çiftleştirme sistemlerinin uygulanması kalıtım derecelerinin değişimine etkisi oldukça sınırlıdır. Bu değişim fenotipik ve genotipik benzeyenlerin çiftleştirilme uygulamasında bir miktar artışa yol açabilir. Bu artışın temel sebebinin her iki çiftleştirme uygulamasının eklemeli genetik varyansta yol açtığı benzer değişimin olduğu söylenebilir.

Kaynaklar

- Campo, J.L. and Garcia Gil, M. 1994. The Effects of Assortative Mating on the Genetic Change Due to Linear Index Selection in *Tribolium*. Journal of Animal Breeding and Genetics, 111: 213-219.
- Dion, N. and Minvielle, F. 1985. The Effects of Alternated Cycles of Full-sib and Random Mating on Selection for Pupa Weight in *Tribolium castaneum*. Canadian Journal of Genetics and Cytology, 27: 251-254.
- Düzgüneş, O., Eliçin, A. ve Akman, N. 1991. Hayvan Islahı (II. Baskı).

Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:1212, Ankara.

- Fernando, R.L. and Gianola, D. 1986. Effect of Assortative Mating on Genetic Change Due to Selection. Theoretical and Applied Genetics, 72: 395-404.
- Falconer, D.S. and Mackay, F.C. 1996. Quantitative Genetics. Third Edition. Addison Wesley Longman Limited. Edinburgh Gate, Harlow Essex CM 2JE, England.
- Kumlu, S. 2003. Hayvan Islahı. Türkiye Damızlık Sığır Yetiştiricileri Merkez Birliği Yayınları. Yayın No:1, Ankara.
- Meyer K., 1997. DFREML3.0 Program Package and User Notes. Animal Genetics and Breeding Unit, Univ., New England, Armidale, New South Wales, Australia.
- McBride, G. and Robertson, A. 1963. Selection Using Assortative Mating in *Drosophila melanogaster*. Genetical Research, 4(3): 356 – 369.
- Sutherland, T. M., Biondini, E.P. and Haverland, L.H. 1968. Selection under assortative mating in mice. Genetical Research 11: 171- 178.
- Tallis, G.M. and Leppard, P. 1987. The joint effects of selection and assortative mating on a single polygenic character. Theoretical and Applied Genetics 75: 41-45.
- Tallis, G.M. and Leppard, P. 1988. The joint effects of selection and assortative mating on multiple polygenic characters. Theoretical and Applied Genetics, 75: 278-281.

- Wilson, S.P., Blair, P.V., Kyle, W.H., and Bell, A.E. 1968. The Influence of Selection and Mating Systems on Larval Weight in *Tribolium*. *Journal of Heredity*, 57: 313 - 317.
- Wilson, S.P., Kyle, W.H., and Bell, A.E. 1965. The Effects of Mating Systems and Selection on Pupa Weight in *Tribolium*. *Genetical Research*, 6: 341 – 351.
- Wilson, S.P. 1974. An Experimental Comparison of Individual Family and Combination Selection. *Genetics* 76: 823 – 835.