

ERİK AĞAÇLARINDA (*PRUNUS SP.*) BAL ARISI İLE GERÇEKLEŞEN TOZLAŞMANIN MEYVE VE TOHUM VERİMİNE ETKİSİ

Mehmet Ali KUTLU ^{*1}, Ömer KILIÇ ²

^{*1} *Beekeeping Department, Technical Vocational College, Bingöl University, Bingöl, Turkey.*
ORCID ID: 0000-0003-0862-9690

² *Professional Science Department, Pharmacy Faculty, Adıyaman University, Adıyaman, Turkey. E-mail: okilic@adiyaman.edu.tr, ORCID ID: 0000-0003-3409-1572*

*Sorumlu yazar: kutlular@hotmail.com

Geliş (Received): 28.10.2021

Kabul (Accepted): 24.12.2021

ÖZET

Türkiye dünya erik üretiminde ilk sıralarda bulunmaktadır. Bingöl ilinde erik yetiştiriciliği yeterince gelişmemiş olmasına rağmen çok farklı yerel türlerin bulunması, farklı erik türlerinin özelliklerinin tespiti üretim çeşitliliği açısından önem kazanmaktadır. Bu çalışmada erikte bal arısı ile polinasyonun meyve ve tohum verimi üzerine etkisi çalışılmıştır. Araştırmada erik ağacında ortalama çiçek sayısı, arının çiçeği ziyaret sayısı, arının çiçekte kalma süresi, arı ziyaretine açık ve kapalı erik çiçeklerinde polinasyon sonucu tohum bağlayan çiçek sayısı ve hasat sonu ortalama kayıp oranları incelenmiştir. Çalışma sonucunda; polinasyona açık erik dallarındaki ortalama çiçek sayısının 45,33 adet olduğu, daldaki çiçekleri 5 dakika süre ile ziyaret eden arıların sayılarının ortalaması 23,33 adet olduğu, arıların çiçekte kalma sürelerinin 6,22 saniye olduğu belirlenmiştir. Arı ziyaretine açık çiçeklerin 112' sinde tohum oluşumu görülürken, arı ziyaretine kapalı çiçeklerin 38' inde tohum oluşumu görülmüştür. Neticede arı ziyaretine açık çiçeklerdeki tohum oluşumu kapalı çiçeklere göre %340 gibi farkla yüksek bulunmuştur. Arı ziyaretine açık erik çiçeklerdeki hasat sonu ortalama kayıp %12 olup, arı ziyaretine kapalı çiçeklerdeki hasat sonu ortalama kayıp ise %18 olarak tespit edilmiştir. Arıların ziyaretine açık olan çiçeklerdeki tohum miktarları ortalamasının arı ziyaretine kapalı çiçeklerdeki tohum miktarı ortalamasından daha fazla olarak belirlendiği, arının yaşamını sürdürebilmesi için bitkilere ve çiçeğe, bitkilerinde neslinin devamını sağlamak için arıya gereksinim duydukları bir kez daha bu çalışma ile ortaya konulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Erik, Arı, Bitki, Tozlaşma, Meyve, Tohum.

THE EFFECT OF HONEY BEE POLLINATING ON FRUIT AND SEED PRODUCTION IN PLUM TREES (*PRUNUS SP.*)

ABSTRACT

Turkey ranks first in world plum production. Although plum cultivation is not sufficiently developed in Bingöl province, finding very different local species and determining the characteristics of different plum species gain importance in terms of production diversity. In this study, the effect of honey bee pollination on fruit and seed yield was studied. As a result; average number of flowers in plum branches open to pollination was 45.33, the average number of bees visiting the flowers on the branch for 5 minutes was 23.33, and the duration of bees in bloom was 6.22 second. While 112 seed formation was observed in the open bee visiting flowers; 38 seed

formation was observed in the closed bee visiting flowers. Seed formation in flowers open to bee visits was found to be very high, 340% compared to indoor flowers. The average post-harvest loss for plum flowers open to bee visits was 12%, while the average loss at the end of harvest for flowers closed to bee visits was 18%. This study once again revealed that the average amount of seed in flowers that are open to the visit of bees is determined to be higher than the average amount of seeds in indoor flowers for bee visits, and that the bee needs plants and flowers in order to survive, and the bee in order to maintain the progeny in their plants.

Keywords: *Prunus*, Bee, Plant, Pollination, Fruit, Seed.

1. GİRİŞ

Erik Rosaceaea (Gülgiller) familyasından taze ve işlenmiş ürün olarak tüketilebilen, insan sağlığı ve beslenmesi açısından önemli, antioksidan maddeler ile A ve C vitamini, potasyum, magnezyum ve lif içeriği bakımından zengin olan meyvelerden birisidir (Anonim, 2012). Dünya toplam erik üretiminin 2016 yılında 6.350.000 ton olduğu, Türkiye'nin ise yaklaşık 300.000 ton üretim miktarıyla beşinci sırada yer aldığı raporlanmıştır (FAO, 2018). Ülkemizde yıllık erik üretim miktarı sert çekirdekli meyveler grubunda kayısı, şeftali ve kirazdan sonra dördüncü sırada yer almaktadır (TUİK, 2018). Erik yetiştiriciliği yapılan bölgelerde yapılan adaptasyon ve seleksiyon çalışmaları sonucu uygun çeşitlerin belirlenip çiftçilere tanıtılarak üretimin ve verimin artırılması sağlanmakla birlikte, erik yetiştiriciliği için ekolojik açıdan büyük potansiyele sahip olan ülkemizde yeterli gelişmenin sağlandığı söylenemez (Çöçen ve ark., 2014). Bingöl ili çeşitli meyvelerin başarıyla yetiştirildiği/ yetiştirilebileceği meyvecilik merkezlerinden biri olabilme özelliğinde olup bunlardan birisi de erik üretimidir. Erik üretiminin ticari boyut düzeyinde olmadığı ilde farklı erik çeşitlerinin yöreye adaptasyonunun ve performansının belirlenmesi, polinasyon oranını artıracak yöntemlerin uygulanması gibi uygulamalar üretim çeşitliliğinin oluşturulması bakımından önem kazanmaktadır. Polinasyon (tozlaşma) erciklerden dışı organa yapılan polen transferinin adı veya polen taneciklerinin çeşitli etmenlerle stigma üzerine taşınması olarak tanımlanabilir. Bitkilerin polinasyonunda pek çok sebep etkili olup, bu sebeplerden en önemli grubu arılar oluşturmaktadır. Özellikle balarılar bitkilerin hem polinasyonuna yardımcı olarak verim artışına neden olmakta hem de tarımsal ekosisteme büyük katkılar sağlamaktadırlar. Bal arılarının polinasyondaki etkinliği bitkiye olan mesafesi ile yakın ilişkilidir. İlk 600-800 metrede etkin bir polinasyon sağlanıp, bu durum 5-6 km uzaklığa kadar da gidebilmektedirler. Dünya gıda maddelerinin %90'ı bitkilerden elde edilip, bal arılarının sağladığı yararlarından en önemlilerinden biri çiçekli bitkilerde ve meyve ağaçlarında yapmış oldukları polinasyon sonucunda ürün artışına yaptıkları katkıdır. Yetersiz polinasyon sonucunda bitkilerin tohum bağlama oranı düşmekte, meyveler gelişmelerini tam olarak tamamlayamamakta, meyvelerde şekil bozuklukları ve ürün kalitesizliği görülebilmektedir. Böcekler ve büyük oranda bal arılarının etkin olarak rol aldığı polinasyonun gıda üretimine katkısı büyüktür. Meyve çeşitlerinin polinasyonu daha önceleri sadece rüzgarla sağlandığı düşünülürken yapılan bilimsel çalışmalar sonucunda böceklerin etkin olduğu ve büyük oranda da bal arılarınca (Apoidea) gerçekleştirildiği tespit edilmiş ve neticede arı bitki polinasyonu konusundaki çalışmaların önemi artırmıştır (Benedek, 1996). Faydalı böcek türleri arasında en önemli grubu bal arıları oluşturup, bu değerli canlılardan bal, bal mumu, polen, arı sütü, propolis, arı zehri gibi ekonomik değere sahip arıcılık ürünlerin üretiminden önemli düzeyde gelir elde edildiği gibi, bitkisel üretimde tozlaşmayı sağlamak suretiyle çok yüksek oranlarda gelir elde edilmesine imkân sağlamaktadır. Buna ek olarak, arılar bitkilerin neslinin devamına, ekolojik dengenin ve yaban hayatının korunmasına doğrudan katkı sağlamaktadırlar. Arılar, özellikle balarılar besin gereksinimlerini karşılamak amacıyla bitkilerden polen ve nektar toplarken bitkilerin tozlaşmasına ve ürün artışına katkıda bulunan önemli böceklerdir (Çankaya ve Korkmaz, 2008). Meyve bitkilerinde polinasyonun bal

arılarınca gerçekleştirildiğine dair ilk bulguların 1800'lü yılların tespitinden sonra 1900'lerin başı itibariyle arı kolonilerinin polinasyon amaçlı meyve bahçelerine yerleştirildiği, bu alanlardan nitelik ve nicelik olarak daha fazla ürün alındığı belirtilmektedir (Menke, 1950). Ülkemizde arıların polinasyondaki verimini arttırmak amacıyla yapılan çalışmalar son yıllarda daha da önem kazanmıştır. Arıların varlığında polinasyonun daha çok başarıya ulaştığı ve buna bağlı olarak ürünün kalitesinin ve veriminin arttığı araştırmacılar tarafından kanıtlanmıştır (Kutlu ve ark., 2019).

Bu çalışmanın amacı, erik çiçeklerinin bal arıları ile tozlaşmasının, meyve verimi ve ortalama tohum sayısı üzerine etkisini araştırarak, konuyla ilgili çalışmalara katkı sağlamak, arıların tozlaşmadaki önemini ile doğal ve tarımsal ekosisteme olan katkılarını bir kez daha vurgulamaktır.

2. MATERYAL VE METOT

Çalışmada ana materyal olarak erik ağacı kullanılmış olup, ağacın bazı çiçeklerinin arı ziyaretine açık, bazılarının ise kapalı tutulmasıyla gereken veriler elde edilmiştir (Tablo 1-3). Çiçeklerin arı ziyaretine kapatılması çiçeklerin bulunduğu dalın tülle kapatılması ile sağlandı. 24 Mart 2021'de tomurcukların belirlenerek, çalışma yapılacak olan erik dallarının tespiti yapılmıştır. 25 Mart 2021'de çiçeklenme başlangıcı tespit edilen dalın tül ile arı ziyaretine kapatılması gerçekleştirilmiştir. 26 Mart 2021'de erik dallarındaki çiçeklerin açılması ve ilk polinasyonun tespiti yapılmış ve 11 Nisan 2021 çiçeklenme sonu olarak belirlenmiştir. Çalışmada ölçümü yapılan parametreler ve elde edilen veriler aşağıdaki gibidir.

Ortalama çiçek sayısı: Çalışmaya söz konusu daldaki çiçek sayılarının iki gün arayla sayılması ile tespit edilmiştir.

Arı ziyaret sayısı: Çalışmaya söz konusu daldaki çiçekleri 5 dakika süre ile ziyaret eden arıların sayıdır.

Arının bir çiçekte kalma süresi ortalama (saniye): 5 adet çiçeği ziyaret eden arıların toplamının ortalaması baz alınmıştır.

Meyveye dönüşüm her 5 günde bir dalda kalan meyve sayısı hasat süresine kadar tespit edilerek belirlenmiştir. Tohum üretimi ve kültür soğan çeşidinin kalitesi üzerine yapılan bir çalışmada, bal arılarının beslenme davranışlarına saat 8:00-16:00 arasında devam ettikleri ve en yoğun beslenme aralığının ise 11:00-24:00 saatleri arasında olduğunu tespit etmişlerdir (Yücel ve Duman, 2005). Bulguların güvenilirliğini artırmak için arıların çiçekleri ziyaret sayısı ve süresini belirlemek için saat 10:00-11:00 aralığı tercih edilmiştir (Tablo 1).

Tablo 1. Tarih ve saate göre belirlenen ortalama çiçek sayısı, 5 dakikada arının çiçeği ziyaret sayısı, arının bir çiçekte ortalama kalma süresi

| Tarih (2021) | Saat | Ortalama çiçek sayısı | Arının çiçeği ziyaret sayısı (5 dk) | Arının bir çiçekte ortalama kalma süresi (sn) |
|--------------|-------------|-----------------------|-------------------------------------|---|
| 26 Mart | 10.00-11.00 | 18 | 9 | 6 |
| 28 Mart | 10.00-11.00 | 32 | 16 | 6 |
| 30 Mart | 10.00-11.00 | 44 | 28 | 8 |
| 01 Nisan | 10.00-11.00 | 65 | 33 | 7 |
| 03 Nisan | 10.00-11.00 | 83 | 35 | 8 |
| 05 Nisan | 10.00-11.00 | 78 | 38 | 8 |

| | | | | |
|----------|-------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|
| 07 Nisan | 10.00-11.00 | 56 | 30 | 6 |
| 09 Nisan | 10.00-11.00 | 24 | 18 | 4 |
| 11 Nisan | 10.00-11.00 | 8 | 3 | 3 |
| | | Ortalama: 45,3 | Ortalama: 23,3 | Ortalama: 6,2 |

Tablo 2. Arı ziyaretine açık ve kapalı erik çiçeklerinde polinasyon sonucu tohum bağlayan çiçek sayısı

| Tarih | Arı ziyaretine açık erik çiçeklerinde polinasyon sonucu tohum bağlayan çiçek sayısı | Arı ziyaretine kapalı erik çiçeklerinde polinasyon sonucu tohum bağlayan çiçek sayısı | Fark % |
|---------------|---|---|--------|
| 15 Nisan 2021 | 112 | 38 | 340 |

Tablo 3. Arı ziyaretine açık ve kapalı erik çiçeklerinde hasat sonu ortalama kayıp oranları (%)

| Tarih | Arı ziyaretine açık erik dalı | Arı ziyaretine kapalı erik dalı |
|----------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|
| 12 Nisan 2021 | 112 | 38 |
| 17 Nisan 2021 | 108 | 38 |
| 22 Nisan 2021 | 106 | 36 |
| 27 Nisan 2021 | 106 | 35 |
| 02 Mayıs 2021 | 103 | 35 |
| 07 Mayıs 2021 | 103 | 34 |
| 12 Mayıs 2021 | 99 | 31 |
| Hasat sonu ortalama kayıp | %12.0 fire | %18.0 fire |

3. ARAŞTIRMA BULGULARI

Tozlaşma tüm meyve türlerinde olduğu gibi, erik gibi büyük çekirdekli meyve türlerinde de meyve oluşumu, verimini ve kalitesini etkileyen en önemli faktörlerdendir. Kültür bitkilerinin üretiminde de tozlaşma çok önemli olup, yeterli tozlaşma varsa ayçiçeğinde %45-50, yonca türlerinde %50-60, salatalıkta %75-90, kavun ve karpuzda %95-100, domates, yonca ve fiğde %35-40 gibi yüksek oranlarda verim artışı gözlemlenebilmektedir (Mel'nichenko, 1977). Bu çalışmada verimin arı ziyaretine açık olan dallarda, kapalı olan dallara göre çok yüksek oranda arttığı gözlemlenmiştir. Ayrıca arı ziyaretine açık erik dallarında hasat sonu ortalama kaybın daha az olduğu bulunmuştur (Tablo 2,3). Bu araştırma neticesinde arı ziyaretine açık dallardaki tohum oluşumu kapalı dallara göre %340 gibi çok yüksek farkla yüksek bulunmuştur. Arı ziyaretine açık erik dallarındaki hasat sonu ortalama kayıp %12 olup, arı ziyaretine kapalı dallardaki hasat sonu ortalama kayıp ise %18 olarak belirlenmiştir. Polinasyon sonucu eriğin ortalama tohum bağlama miktarına bakıldığında arının ziyaret ettiği polinasyona açık dallarda, arı ziyaretine kapalı olan dallardaki tohum bağlama miktarından çok fazla olduğu ortaya konulmuştur. Bal arılarının denetimi, bakımı ve yetiştiriciliği insan eliyle yapılabildiği için diğer böceklerle oranla polinasyon çalışmalarında daha etkili olarak kullanılmaktadırlar. Meyve veriminde bal arılarının tozlaşmadaki öneminin büyük olduğu, verimin arının bulunduğu alanın bahçeye olan mesafesine bağlı olarak %50-96 oranında olduğu tespit edilmiştir (Free, 1993). Arıların polinasyon amaçlı bahçelere yerleştirilmesinde mesafe önemli olup, yakınına konulması durumunda arı sefer sayılarının ve yoğunluğunun fazla olacağı bunun da verimi arttıracığı, uzaklaştıkça arı sefer sayısının ve verimin azaldığı görülmektedir (Kutlu ve Kılıç,

2020 a,b). Bir başka çalışmada elma yetiştiriciliğinin yapıldığı bahçede arı bitki ilişkisi incelenmiş ve elma ağacına 10 m uzaktaki arı kolonilerinin tohum tutma oranlarının %33 olduğu, bu oranın 50 metrede %18, 100 metrede %15, 200 metrede %13 ve 300 metrede %9 olduğu belirtilmektedir (Mishra ve ark., 1976). Bu çalışmada da görüldüğü gibi arı bitki mesafesi uzadıkça arının bitki üzerindeki etkinliği azalmakta ve tohum bağlama miktarı düşmektedir. Benzer bir çalışma ise vişne yetiştiriciliğini hektar başına 4 kovan gelecek şekilde yapılmış olup, vişne ağacına 10 m uzaktaki arı kolonilerinin tohum tutma oranlarının %38 olduğu, bu oranın 400 metrede %18, 1000 metrede %14 olduğu belirlenmiştir (Balana ve ark., 1983). Arı bitki ilişkisine yönelik yapılan çalışmaların genelinde meyve bahçelerinin polinasyonunda en etkili polinatörün balarıları olduğu belirtilmektedir (Morse ve Calderone, 2000; Sharma ve ark., 2004).

4. TARTIŞMA

Konuyla ilgili elma üzerinde yapılan benzer bir çalışmada; ortalama tohum bağlama miktarı ve elde edilen toplam meyve miktarı bakımından arı ziyaretine açık dallarda arı ziyaretine kapatılmış dallardan daha fazla olduğu, arı ziyaretine açık dallardan elde edilen tohumların çimlenme oranlarının da arı ziyaretine kapalı alandan elde edilen tohumların çimlenme oranlarından fazla olduğu tespit edilmiştir (Kutlu ve ark., 2019). Avakado bitkisinde bal arısının polinasyonda kullanılması sonucu ağaç başına düşen ortalama meyve sayısının 788 olduğu, bal arısının olmadığı durumlarda ise meyve sayısının 227 olduğu tespit edilmiştir (Vithanage, 1990). Karabuğday, ayçiçeği, yonca, hardal, üçgül, çeşitli meyve türleri ve pamuk gibi bitkilerde zamanında yapılan etkili tozlaşmada ortalama %45-60, kavunda ise %75' e varan oranda ürün artışı saptanmıştır (Yakovleva, 1975). Bu çalışmada da benzer veriler elde edilmiştir (Tablo 2,3).

5. SONUÇ

Ülkemizde balarısından tozlaşmada yararlanmak için yeterince çaba gösterilmemekle birlikte bu tarz çalışmalara dikkat çekilip olumlu sonuçlar alındıkça meyve bahçelerinde arı kullanımına bağlı olarak ürün artışı sağlanacaktır. Son zamanlarda üreticilerin, arıların bahçe bitkilerinin polinasyonundaki önemini daha iyi kavradıkları gözlemlenmekte ve bazı üreticiler arıların direk bahçenin içerisine konulmasını sağlamanın yanı sıra kovan kiralamaı da tercih ettikleri görülmektedir. Tarımsal üretimde tozlaşmanın öneminin yetiştiricilere kavratılması yönündeki çalışmaların artarak, sürdürülebilir tarzda devam etmesi üretimdeki verim ile kaliteyi artırmak adına önemlidir. Yağış, rüzgar, arıların çiçeklere uzaklığı, çok soğuk havalar ve bu çalışmada olduğu gibi çiçeklerin arı ziyaretine kapalı olması gibi engeller arttıkça bitki popülasyonu ve çiçek oranı ne kadar çok olursa olsun arıların polen toplama etkinliği azalmakta, polinasyon başarısı düşmekte ve meyvede verim, büyüklük ve kalitesinin azalmasına neden olmaktadır. Yapılan araştırmalardan ve bu çalışmadan anlaşılmaktadır ki, polinatör olarak arıların kullanılmasına büyük oranda gereksinim duyulmakla birlikte, arılar ve bitki tozlaşması arasında önemli bir ilişki olduğu sonucuna varılmaktadır. Literatürdeki ve bu çalışmada ulaşılan sonuçlar polinasyonun tarımsal ve ekonomik önemini açıkça ortaya koymaktadır. Yüksek miktarda kaliteli ürün elde etmek, tohum üretim ve çimlenme oranını artırmak için, arı kolonilerinin ekim alanlarının yakınına yerleştirilmesi ve polinasyonu zorlaştıracak engellerin kaldırılması veya en aza indirmesi gerekir.

KAYNAKLAR

- Anonim, 2012. Sert Çekirdekli Meyve Yetiştiriciliği, Milli Eğitim Bakanlığı Yayınları, Ankara
- Balana, I., Grosu, E., Fota, C., Dobroteanu, G., 1983. Role of bees in the pollination of intensive plantations of sour cherry trees, In: Proceedings of the 29th Int. Congress of Apiculture, Budapest, 280–286.
- Benedek, H., 1996. Insect pollination of fruit crops, 287–342. In: Nyeki, J. and Soltesz, M. [eds.] Floral Biology of Temperate Zone and Small Fruits. Akademia Kaido, Budapest, Hungary.
- Çankaya, N., Korkmaz, A., 2008. Samsun Tarım İl Müdürlüğü Çiftçi Eğitimi ve Yayım Şubesi Yayını.
- Çöçen, E., Bayındır, Y., Pala, M., Macit, T., Gültekin, N., Kebeli, F., 2014. Determination of growing condition and adaptation of Angeleno and Black Diamond plum varieties in Malatya ecology. International Mesopotamia Agriculture Congress, 2014, Diyarbakır-Turkey, 1: 625-629.
- FAO, 2018. BM Gıda ve Tarım Örgütü. (<http://www.fao.org/faostat/en/data>), 25.07.2018.
- Free, J.B., 1993. Insect Pollination of Crops. 2nd edn., London, Academic Press
- Kutlu, M.A., Özdemir, F.A., Gül, A., 2019. Investigation of the Effect of Honey Bee Pollination for Apple on Fruit Yield, Seed Number and Seed Germination Capacity, KSU Journal Agriculture Nature, 22: 830-836.
- Kutlu, MA., Kılıç, Ö. 2020 a. Malatya Arıcılık Faaliyetlerinin Genel Durum Tespiti Çalışması. Düzce Üniv Bilim ve Teknoloji Dergisi, 8: 737-745.
- Kutlu, MA., Kılıç, Ö. 2020 b. Elazığ İli (Türkiye) Arıcılığının Sürdürülebilirliği Üzerine Bir Çalışma. Adyütayam. 8,1: 38-49.
- Mel'nichenko, AN, 1977. Role of insect-pollinators in increasing yields of agricultural plants. In: Pollination of Agricultural Crops by Bees. Vol. III., pp.150, Amerind Publishing Co. Pvt. Ltd, New Delhi, Bombay, Calcutta, New York.
- Menke, H.F., 1950. Apple pollination in Washington State. Rep. Iowa St. Apiarist, 71–91.
- Mishra, R.C., Dogra, G.S., Gupta, P.R., 1976. Some observations on insect pollinators of apple. Indian Bee Journal, 38: 20–22.
- Morse, R.A., Calderone, N.W., 2000. The value of honey bees as pollinators of U.S. crops in 2000. Bee Culture, pp 2- 15.
- Sharma, H.K., Gupta, J.K., Thakur, J.R., 2004. Effect of bee pollination and polliniser proportion on apple productivity, Acta Horticulture, 662: 451–454.
- TUİK, 2018. [<https://biruni.tuik.gov.tr>], Erişim tarihi:08.08.2018.
- Vithanage, V., 1990. The Role of European Honeybee (*Apis mellifera* L.) in Avocado Pollination, Journal Horticulture Science, 65: 81-86.
- Yakovleva, L.P., 1975. Utilization of Bees for Pollination of Entomophilousfarm Crops in the USSR. Bulletin Tecnology Apicole, 2: 199-208.
- Yücel, B., Duman, G., 2005. Effects of foraging activity of honey bees (*Apis mellifera* L.) on onion (*Allium cepa*) seed production and quality, Pakistan Journal of Biological Sciences, 8: 123-126.