

ÇİÇEK VE SİNEK

Nemestrinidae ailesinden bu sinek türü (*Prosoeca ganglbaueri*) Güney Afrika'nın Drakensberg dağlarındaki bu küçük çiçekli bitkiyi (*Zaluzianskya mikrosiphon*) ziyaret ediyor. Çiçek ve sinek bir ortak evrim döngüsüne yakalanmış durumdadır. Bitki, tozlaşma için çiçek tüplerinden yararlanır; çünkü nektar peşinde olan böceklerin tüpün sonundaki nektar havuzuna erişmek için vücutlarını polen taşıyan çiçek bölümüne sıkıca bastırmaları gerekir. Ancak çiçek tüpleri uzadıkça doğal seçim ağız parçaları daha uzun olan böcekleri tercih eder; bu tür sinekler, besin bulmada en verimli olanlardır. Sonuç, çiçek ve sinekte ilgili kısımların giderek uzamasıdır. Dahası, her tür ötekine bağımlı hale gelir ve bu özel değişime uğramış organizmalar dışlanmış olur.

Afrika'nın güney bölgelerine özgü kocaburunlu sineğin (*Moegistorhynchus longirostris*) görünümü, edebiyat dünyasındaki karşılığı Pinokyo'da olduğu gibi, temel bir gerçeği sergiler. Bir buruna benzeyen, ama aslında bir ağız parçası olan hortum (proboscis), bilinen diğer bütün sinek türlerinin hortumlarından uzundur: baştan çıktığı yerden başlayarak yaklaşık 10 cm; yani vücut uzunluğunun 5 katı kadar. Uçarken bu biçimsiz uzantı böceğin bacakları arasında sallanır ve vücudunu arkadan izler.

Uçan bir sinek için uzun bir hortum ciddi bir engel. Ağızınızdan sekiz metrelik bir kamış sallanırken sokakta yürüdüğünüzü düşünün. Ancak yine de bu uzun hortumun yararı, yol açtığı aerodinamik sıkıntılardan fazla gibi görünüyor. Çünkü, uzun ve nektar hazneleri derinde yer alan çiçekler, ağız parçaları daha kısa olan böceklerin erimi dışındayken, kocaburunlu sineklerin kullanımına açık.

Bu noktada ortaya şöyle bir soru çıkar: Doğal seçim bir çiçekte böyle derin bir tüpü neden seçsin? Nektarın kendisi, çiçek dünyasının 'spermi' olan polenleri bir bitkiden ötekine taşıyan hayvanları cezbetmek için gelişmemiş miydi? Tozlaş-

tırıcılar, çiçekler için bunca önemli ve temel bir hizmeti yerine getirdiklerine göre, evrimin çiçekler için böceklerin daha kolayca erişebilecekleri bir geometri seçmesi gerekmez miydi?

Ne var ki, kocaburunlu sineğin uzun hortumu ve üzerinde beslendiği çiçeklerin derin, uzun tüplerinin öyküsü bu kadar basit değil. Nektarı yalnızca birkaç tozlaştırıcı için erişilebilir kılmanın, bizim için çok da açık olmayan nedenlere dayandığı ve evrim denkleminde doğanın bu avantajları dikkate aldığı anlaşılıyor. Gerçekte, bu iki tür canlının (tozlaştırıcı ve tozlaşan) evrimi, ortak-evrim (coevolution) denen önemli bir olgu için çarpıcı bir örnek. Ortaya çıkan bazı tuhaf ve sıradışı anatomiler için doğal seçilimin basit herhangi bir evrimsel yanıtının yeterli olmadığı durumlarda, ortak-evrim imdada yetişebilir. Ortak-evrim, belirli bir doğal ortamı sürdürmek için vazgeçilmez olan türleri belirlemede çevre koruyucularına; hangi türden hayvanların çiçeklerini tozlaştıracağı konusunda da, sıradışı bitkileri inceleyen doğabilimcilere yardımcı olabilir.

Kocaburunlu sinek ve tozlaştırdığı bitkilerin ortak-evriminin öyküsü, özelleşmenin varabileceği noktaları gösteren bir öy-

küdür. Türlerden her biri ötekine yer alan ve onları, bir ölçüde, birbirlerine bağımlı kılan değişimlere uyum sağlar. Bir bitki türünün tozlaşmak için tek bir hayvan türüne bağımlı olması düşüncesi, Darwin'in yazılarına kadar uzanır. Darwin, bir Madagaskar orkidesinin (*Angraecum sesquipedale*) çiçek mahmuzunda bulunan nektar havuzunun, çiçeğin ağzının yaklaşık 30 cm derininde olduğunu farketmişti. (Bir çiçek mahmuzu, dibinde nektar içeren içi boş, boynuz biçiminde bir uzantıdır.) Sıradışı çiçeklerin evrimsel önemi üzerinde kafa yoran Darwin, orkidenin, uzun hortumlu bir tozlaştırıcı güveye uyum sağlaması gerektiği öngörüsünde bulunmuştu.

Darwin'in öngörüsündeki kritik nokta, tozlaşmanın ancak bir durumda; çiçeğin derinliğinin, tozlaştırıcının dil uzunluğuna eşit veya daha uzun olması durumunda gerçekleşebileceği kanısıydı. Çünkü ancak o zaman tozlaştırıcının vücudu, çiçeğin üreme bölgesine yeterince baskı yapabilir ve beslenirken poleni çiçeğe aktarabilirdi. Üreme başarısı arttıkça giderek daha derin çiçekler gelişir, giderek daha uzun hortumlu güveler besleyici nektar kaynaklarına erişir ve yaşamları da üreme yapacak

ölçüde uzardı. Daha uzun hortumlar da, yine daha derin çiçek tiplerine yol açarlardı.

Sonuç, çiçeklerle tozlaştırıcı ağız parçalarının karşılıklı evrimi. Güçlenen bir özelliğin dezavantajları, yararlarıyla dengeleninceye, ya da onları aşındıracaya kadar bu ortak evrim süreci devam eder. Yeterli bir zaman sonra bu süreç, yeni türler bile üretebilir: derin çiçeklerin nektarlarından beslenmek üzere özelleşmiş bir böcek; ağız parçaları uzun olan böcekler tarafından tozlaştırılmak üzere özelleşmiş derin bir çiçek...

Yirminci yüzyılın başlarında Darwin'in öngörüsü desteklenmiş gibi görünüyordu. Madagaskar'da, hortumu neredeyse 23 santimetre olan dev bir *Xanthopan morgani* yakalandı. Böceği çiçekten beslenirken kimse gerçekten görmemiş olsa bile bu keşif yine de dikkat çekici ve orkidyle güvenin ortak evrimine güçlü bir işaret. Güney Afrika'daki kocaburunlu sinek ve onunla ilintili başka uzun burunlu böcekler gibi, ancak belirli bazı bitkilerle ilişkileri olan böcekler, bitkiler ve tozlaştırıcıları arasındaki karşılıklı bağlantıları daha da iyi kanıtıyorlar.

Güney Afrika'daki bazı sineklerin dillerinin, şahin güvelerinin çoğunun dilinden

daha uzun olması, Darwin'i herhalde çok şaşırttı. Çünkü bu sineklerin vücutları, şahin güvelerinkine göre birkaç kat daha küçük. Ağız parçaları 2 cm'den uzun olan sinekler, "uzun burunlu" olarak betimlenir. Bu ölçüte göre Afrika'nın güneyine özgü bir düzineden fazla uzun burunlu sinek türü var. Nemestrinid ailesine ait sinekler (kocaburunlu sinek de bu türdendir) yalnızca nektarla beslenirler; tabanidler, ya da atsinekleri de çoğunlukla nektarla beslenirler; ama dişi tabanidler gelişen yumurtalarını beslemek için kan emici ayı bir ağız parçasına sahiptirler.

Kocaburunlu sinek, öteki bütün uzun burunlu sinekler gibi, birbirleriyle ilişkisi olmayan bir grup bitkinin yegane tozlaştırıcısı durumunda. Böyle bir grup, "lonca" (guild) olarak bilinir. Kocaburunlu sineğin bitki loncası, çok çeşitli bitki ailelerinden türler içeriyor; örneğin iris, sardunya, orkide, menekşe, bu loncanın üyeleri.

Lonca üyeleri birbirleriyle uzaktan akra olsalar da, yaklaşık aynı özellikleri taşırlar. Örneğin, uzun burunlu sinekler loncasındaki bitkilerin hepsi uzun, düz çiçek tüplerine veya mahmuzlara, gündüzleri açan parlak renkli çiçeklere sahiptirler ve hepsi de kokusuzdur. Bir loncanın belirleyici nitelikleri, botanikçiler arasında "toz-

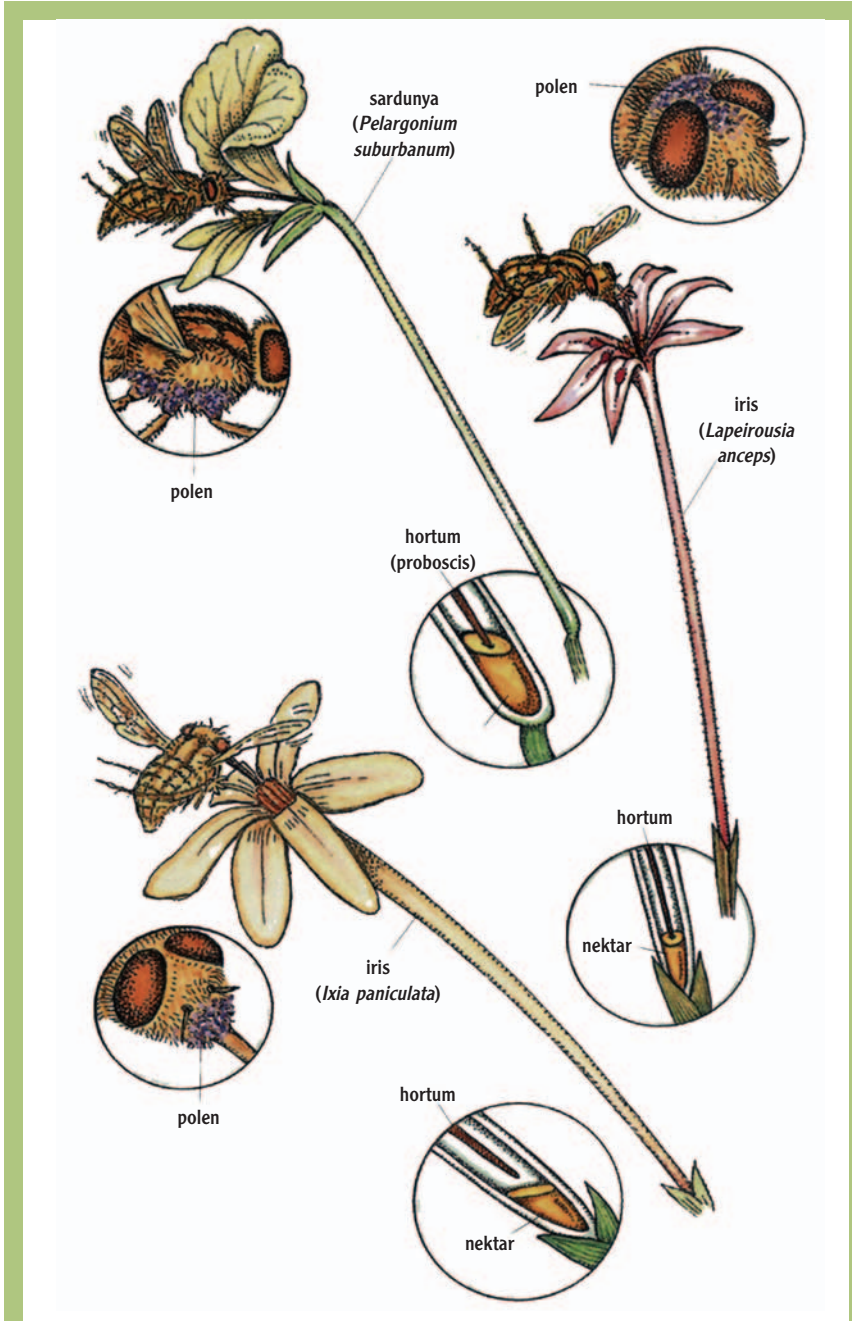
laşma sendromu" olarak adlandırılıyor. Örneğin, kuşlar tarafından tozlaştırılan çiçekler büyük, kırmızı ve kokusuz olmalarına karşın, güvelerce tozlaştırılanlar ince, uzun ve akşam saatlerinde de kokulu oluyor.

Uzun burunlu sineklerde (gerçekte uzun burunlu bütün böceklerde) tozlaşma sendromunun en önemli belirleyicisi, derin tüp biçiminde bir çiçek, ya da çiçek mahmuzu. Güney Afrika, Claremont'ta bulunan Compton Herbariumu'ndan Kim E. Steiner ile Steven D. Johnson (bu makalenin yazarlarından biri) derin tüp şeklinde bir çiçek mahmuzu olan ve Afrika'nın güney bölgesinde yetişen *Disa Draconis* orkidesini incelediler. Araştırmacılar, tozlaştırıcının yalnızca uzun burunlu sineklerden ibaret olduğu bir ortamda, bazı orkidelerin mahmuzlarını yapay olarak kısalttılar. Mahmuzları aynı kalan bitkilerin polenleri, kısaltılmışlara göre daha çoktu ve meyve verme olasılıkları da daha büyüktü.

Ancak, kısa mahmuzların üremede bir dezavantaj olması gerekmiyor. Çeşitli tozlaştırıcıların bulunduğu bir ortamda nektar, daha kısa mahmuzlarla daha fazla çeşitte tozlaştırıcının kullanımına sunulmuş oluyor. Daha uzun mahmuzlarsa yalnızca



Afrika'nın güneyine özgü kocaburunlu sinek, sardunya ailesinden *Palargorium sabarbanum* çiçeğine konuk oluyor. Sineğe, bir anlamda yanıtıcı olan ismini veren uzun ağız hortumundan, bir orkideyi ziyaretinde edindiği sarı polenler veya polen kesecikleri sarmakta.



Bir türe ait polenin bir başka türün dişi üreme bölümüne gitme olasılığını en aza indirecek bitki stratejisi bu şemada gösteriliyor. Kocaburunlu sineğin "tozlaşma loncası"ndaki bitki türlerinin hepsi, sineğin, kendi polenlerini başka türlere götürmesi riski altındadırlar. Lonca üyeleri, polenlerinin, nektar arayışındaki sineğin farklı bölgelerine gelmesini sağlayacak teknikler geliştirmişler. Sinekteki bu bölgeler de yine bitki türüne bağlı özellikler taşıyor.

uzun dilli böceklerin tozlaştırıcı olduğu ortamlarda avantaj sağlıyor. Johnson ve Steiner bitki toplulukları arasında mahmuz uzunluklarının farklı olmasının, nem ve sıcaklıkla ilgili olmadığını kanıtladılar. Böylece mahmuz uzunluğunun, uzun dilli sineklerin yerel dağılımına uyum sağlamaya ilgili olduğu yolundaki bulguları da desteklenmiş oldu.

Mahmuz uzunluğu istatistiksel olarak tozlaştırıcının özellikleriyle uyumlu; bunun yanı sıra aralarında doğrudan neden-

sel bir bağlantı olduğu da gösterilebilir. Johnson ve İsveç'in Uppsala Üniversitesi'nden botanikçi Ronny Alexandersson, Güney Afrika'nın *Gladiolus* çiçeklerinin, uzun dilli şahin güvesi tarafından tozlaştırılmasını incelemişler. Şahin güvesinin hortumu, çiçeğin tüpüne göre uzun olduğunda güve verimli biçimde polen yüklenmemiş ve çiçekler de iyi ürememişler. Şahin güvesinin hortumu görece kısa olduğundaysa polen daha kolay aktarılmış ve bitkilerin döllenip meyve verme olasılı-

ğı artmış. Anlıyoruz ki, tozlaştırıcının hortum uzunluğunun, çiçeğin üreme başarısı üzerinde önemli etkisi var.

Bu ve başka çalışmalar, Darwin'in Malagaskar orkidesi hakkındaki öngörüsünün oldukça genel bir olgu olduğunun göstergesi: Şahin güveleri ve uzun burunlu sinekler, kendi bitki eşleriyle birlikte evrimleşmişler. Çiçeklerin tüpleri uzadıkça tozlaştırıcıların da hortumları uzamış ve bu, daha da uzun çiçeklere yol açmış. Çiçek tüplerinin ve böcek hortumlarının uzunlukları yakınsadığında, oldukça dikkat çekici ölçüde bir özelleşme de gelişmiş oluyor. Bitkiler tozlaşma için, çiçeklerinin nektar kaynağına erişebilen birkaç böcek türüne bağımlı hale geliyor.

Bu bağımlılığın taraflarının her ikisi de avantajlı durumdadır. Uzun burunlu sineklerin nektar kaynaklarına erişmede öncelikleri var. Bu sinekler tarafından tozlaştırılan bitkilerse kendilerine özel bir polen taşıyıcı servisinden yararlanmış oluyorlar; en azından yanlış adrese götürülme riski en aza iniyor. Ancak, tozlaştırıcıların bitkiler kadar sadık olmadıkları durumlarda özelleşme, riskli bir strateji. Uzun burunlu sinekler tek bir bitki türünden aldıkları nektarla yaşamları sürdüremezler; gerek duydukları enerji için birden çok bitki türüne gitmeleri gerekir. Johnson ve Steiner kocaburunlu sineklerin en az dört derin çiçek türüne konuk olduğunu gözlemlemişler.

Ayırım gözetmeyen bu tür davranışlar, bitkiler için çok zararlı olabilir. Bir sinek loncadaki bir türden bir başka türe polen taşıyarak poleni zıyan eder. Daha kötüsü, yabancı polen, onu alan çiçeklerin dişi üreme yapılarını tıkayarak; onların "doğru" polenleri almasını önler. Ama kocaburunlu sineğin loncasındaki bitkilerin üreme sistemleri tıkanmaz; çünkü, bu bitkiler arasında, özelleşmiş tozlaşmaya bir başka 'akıllıca' uyum gelişmiştir. Bitki türlerinin her biri, erkek üreme yapıları olan "anter"lerini belirli bir konumda düzenler. Bu yolla her bir türden polen, tozlaştırıcının bedenine, bitkiye göre belirlenmiş belirli bir konumda yapışır. Sinek farklı türden bitkilerden polenleri aynı anda, örneğin başında, arka bacaklarında ve göğsünde taşıyarak daha verimli bir taşıyıcı olur.

Özelleşmenin taşıdığı risk, yalnızca çiçekler için sözkonusu değil. Sineklerin güvenilmez ortaklar olmalarına karşın, bazı çiçekler de nektar ödülü konusunda dürüst sinyal vermezler; örneğin, *D. Draconis* orkidesi. Bu çiçek, sinek loncasının

öteki üyelerine benzediği için sineği kendisine çeker. Ama sinek orkidenin poleni taşıdığı halde, orkide bunun karşılığında ona nektar ikram etmez. Böyle bir duruma düşmek, özelleşmenin yararlarına karşılık, sineğin ödeyeceği küçük bir bedel sayılabilir. Ne var ki özelleşme, ortaklığın her iki üyesi için daha ciddi bir risk –gerçekte ölümcül bir risk– taşır; çünkü ortaklardan birinin yok olması, diğerinin de sonu olabilir. Bazı bitki türleri, kısa dönemde kendi türlerini sürdürmeye yardımcı olacak mekanizmalara sahiptir; bitkisel üreme veya kendini tozlaştırma gibi. Ama tozlaşmanın yokluğunda, bir süre sonra, türün de yavaş yavaş yok olması kaçınılmazdır. Tozlaşmayı sağlayan böcekler bazı durumlarda daha esnekler; ancak yine de temel beslenme kaynağının yok olmasından olumsuz etkilenirler.

Ne yazık ki, Afrika'nın güneyindeki birçok bitki ve onların uzun burunlu ortaklarının başına gelen, tam olarak bu. Çoğu kez, çok yakın akraba olan böcek türleri bile tozlaşmada yardımcı olamaz. Tek bir sinek türünün yok olması, etkilenen bitkinin de yok olması demektir. St. Louise'deki Missouri Botanik Bahçesi'nden Peter Goldblatt ve Compton Herbariumu'ndan John Manning, birbirini izleyen bu umutsuz yok oluşların örneklerini gözlemişler. Birçok uzun burunlu sinek topluluğunun, sulak üreme bölgelerini ve belki de kurtçuk dönemlerinde beslendikleri başka böcekleri yitirmekle karşı karşıya kaldığını bildiriyorlar. Bazı bölgelerde tozlaştırıcılar yok olduğundan, uzun burunlu sinek loncasındaki çiçeklerin artık gerçekten de tohum vermemeye başladıkları biliniyor.

Doğabilimciler “lonca” ve “tozlaştırıcı sendromu” kavramlarını yıllardır kabul et-



Şahin-güvesi (*Agrius convolvuli*) bir zambağa (*Crinum bulbispermum*) konuk oluyor. Güney yarımküredeki şahin güveleri, kocaburunlu sinekler gibi, tozlaştırdıkları çiçeklere sıkıca bağlıdır. Zambak, şahin güvesinin 10 cm'lik hortumuna uygun tüp uzunluğuna sahip 20 kadar bitki türünden biridir; bu da şahin güvesiyle bu bitki türlerinin ortak evrim geçirdiklerini düşündürüyor.

miş durumdadır; hangi tozlaştırıcının hangi bitkileri düzenli biçimde ziyaret ettiğini öngörmek artık sıradan bir şey. Ancak Afrika'nın güneyinde özelleşmiş tozlaştırıcılar ne ölçüde yaygın? Sadakatsizlik, özelleşmeden daha başarılı –ve yaygın– bir strateji olabilir; hatta belirlenmiş loncalara uyan bitkiler için bile.

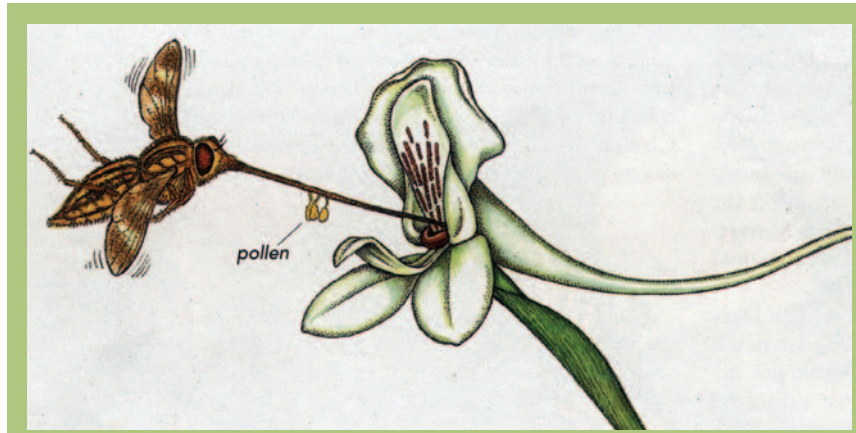
Çevrebilimcilerin son yıllarda keşfettiği bir durum da şu: Bitki ve böceklerin tozlaşma loncası oluşturmuş gibi görünmeleri, onun dışına çıkamayacakları anlamına gelmiyor. Örneğin, sinekkuşu nüfusunun az olduğu yıllarda, genellikle onlarla tozlaşan çiçekler, nektarla dolup arılar tarafından etkin biçimde tozlaştırılabilirler. Benzer şekilde, bir zamanlar bir-iki bitki türüne uyum gösterecek şekilde özelleştigi düşünülen arıların, çeşitli bitkilerden

beslendikleri de saptanmış durumda.

Anlaşıyor ki, “sendrom” kavramı, yerinde yapılan dikkatli gözlemlerin yerini alamıyor. Bazı araştırmacılar bu kavramın, botanikçilerin özelleşme yanısı olmayanları gözardı etmelerine neden olduğunu bile düşünüyorlar. Sözelimi, kuzey yarımkürede kural olan, özelleşme değil, “genelleşme”. Johnson ve Steiner, yakın zamanda tamamladıkları birçok çalışmada kuzey yarımkürede orkide ve ipekotu ailelerinin üyelerinden her birinin, üç ve beş arasında tozlaştırıcıya bağlı olduklarını gösterdiler. Buna karşılık aynı ailelere ait türlerin her biri, güney yarımkürede tek bir tozlaştırıcıya dayanır.

Genelleşme neden kuzey yarımkürede, güney yarımküredekinden daha yaygın? Bunun nedeni belki de, oldukça fırsatçı sayılabilecek sosyal arıların, kuzey bölgelerde tozlaştırıcılar arasında baskın oluşları. Güney yarımküredeyse, tersine, sosyal arılar pek yoktur; onların yerini uzun burunlu sinek ve şahin güvesi gibi daha özelleşmiş tozlaştırıcılar alır.

Tüm bunlar da aslında bir genelleme. Özellikle tropik bölgelerdeki özelleşmiş tozlaştırıcıların coğrafi dağılımı konusunda daha çok bilgi toplanması gerekiyor. Bu yalnızca özelleşme tartışmasını geliştirmek için değil, bu benzersiz türlerin olduğunu bildiğince çoğunun sonsuza dek yok olmasını önlemek için de can alıcı önem taşıyor.



Disa draconis orkidesi, kocaburunlu sineğin tozlaşma loncasının bir üyesi; bu yüzden tozlaşma için bu sineğe bağımlı. Benzer uyarlamayı yapmış öteki çiçek türleri gibi, bu orkide de uzun çiçek tüpüne sahip; ama onlardan farklı olarak sineğe nektar sunmaz ve böylece sineği aldatmış olur. Çizimde görüldüğü gibi, orkidenin polenleri kesecikler içinde hortum boyunca yer alıyor.

Sessions, L. A., Johnson, S. D.
“The Flower and the Fly” Natural History, Mart 2005
Çeviri: Nermin Arık