



# Εξελικτική Βιολογία

Ειδογένεση

Π. Παφίλης

# Ειδογένεση

- Από τα σημαντικότερα γεγονότα που συμβαίνουν κατά τη διάρκεια της εξέλιξης.
- Αναφέρεται ως μακροεξέλιξη και είναι σαφώς σπανιότερο σε σχέση με την δημιουργία ποικιλίας στη γενετική πληροφορία.
- Μπορεί να ακολουθεί ένα αργό, σταθερό ρυθμό που να ανακόπτεται από έντονες περιόδους δραστηριότητας αλλά είναι γνωστές περιπτώσεις όπου ακραίες αλλαγές στο περιβάλλον ώθησαν ταχύτατα ειδογενετικές διαδικασίες.



Μερικοί πιθανοί ορισμοί:

Η διάσπαση μίας φυλογενετικής γραμμής

Η διαδικασία πολλαπλασιασμού των ειδών

Η πορεία σχηματισμού ενός ή περισσότερων ειδών από ένα είδος

Υβριδισμός

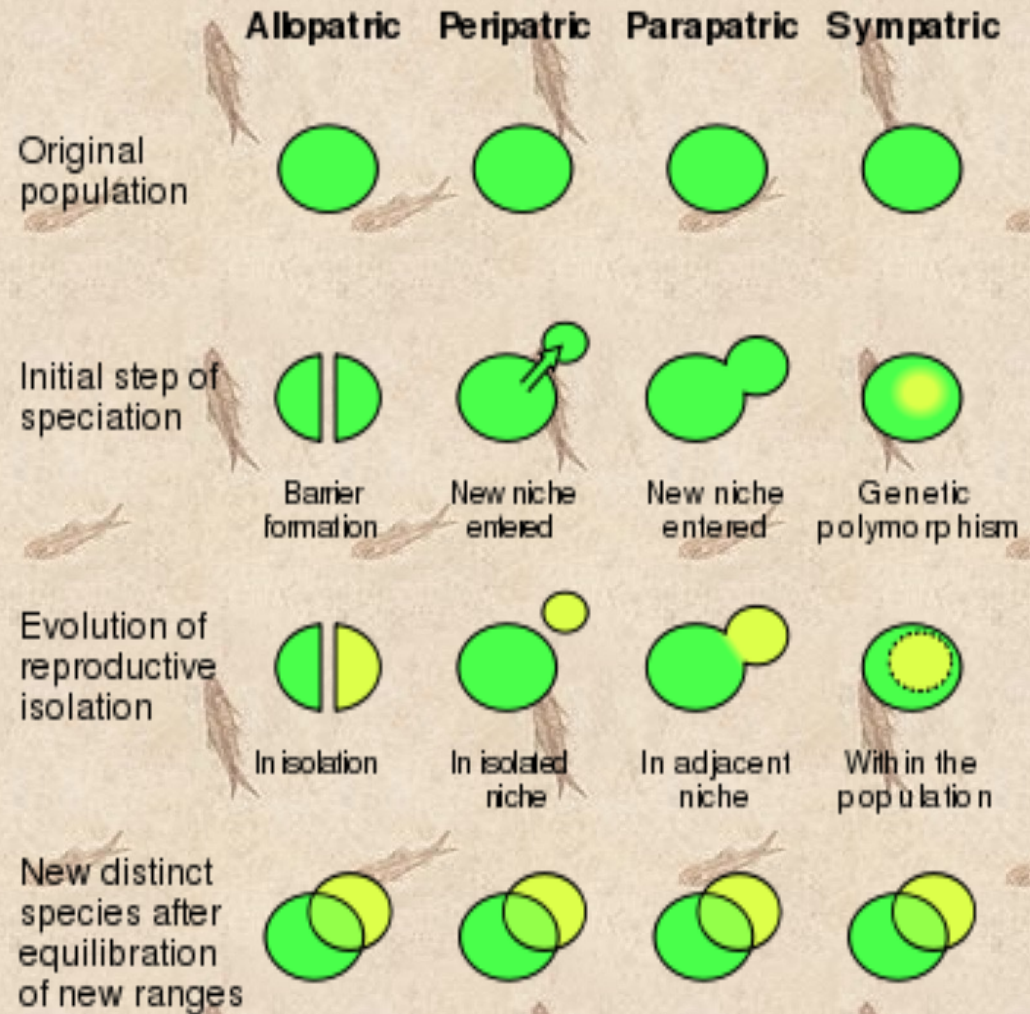
Στιγμαία ειδογένεση (μέσω ατόμων)

Γενετικά (μεταλλάξεις οδηγούν σε αναπαραγωγική απομόνωση)

Κυτταρολογικά (χρωμοσωμική μετάλλαξη π.χ. μετατόπιση, πολυπλοειδία)

# Βαθμιαία ειδογένεση (μέσω πληθυσμών)

- Συμπάτρια
- Παραπάτρια
- Περιπάτρια
- Αλλοπάτρια





# Αλλοπάτρια Ειδογένεση

- Οι ενδείξεις για αλλοπάτρια ειδογένεση είναι ισχυρές και προέρχονται από μελέτες της γεωγραφικής ποικιλότητας
- Η αιτία της απομόνωσης μπορεί να είναι ένα φυσικό φράγμα ή η εξαφάνιση ενδιάμεσων πληθυσμών (βικαριανισμός).

## ALLOPATRIC SPECIATION

TIME 4  
Differentiation  
(speciation)



TIME 3  
Reproductive  
Isolation



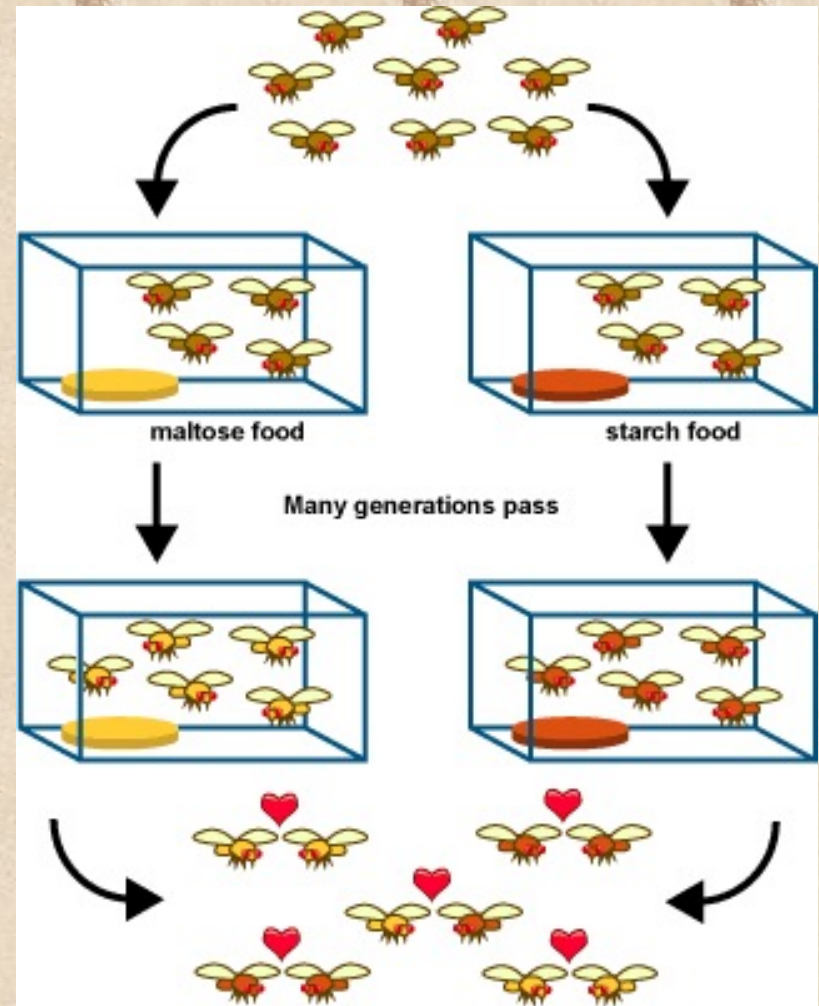
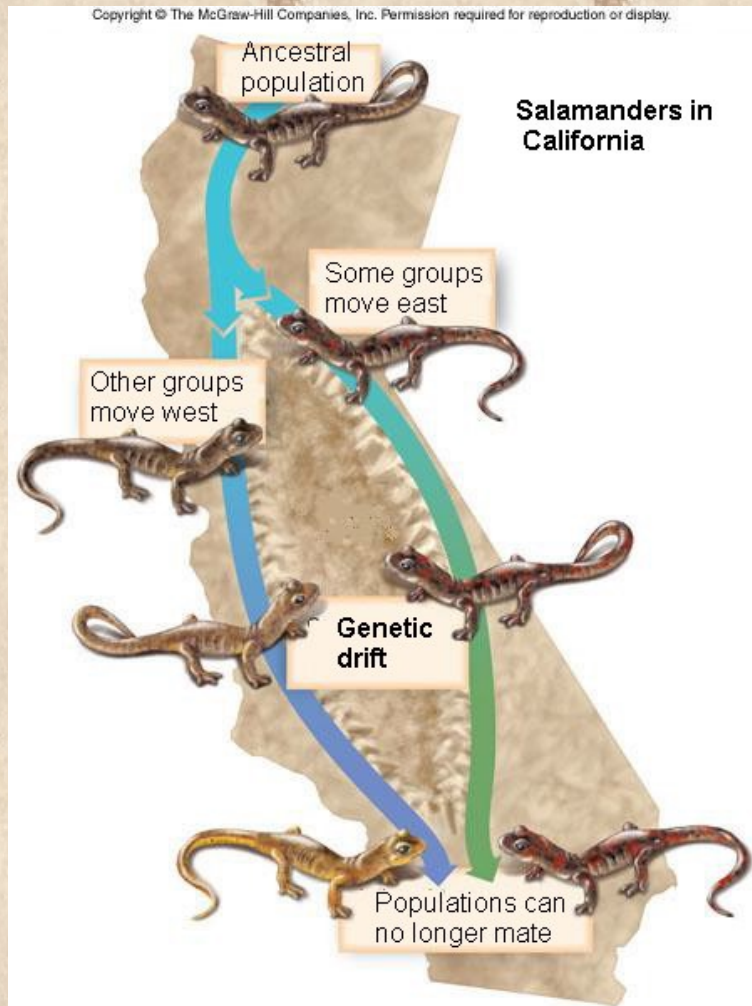
TIME 2  
Physical  
Barrier



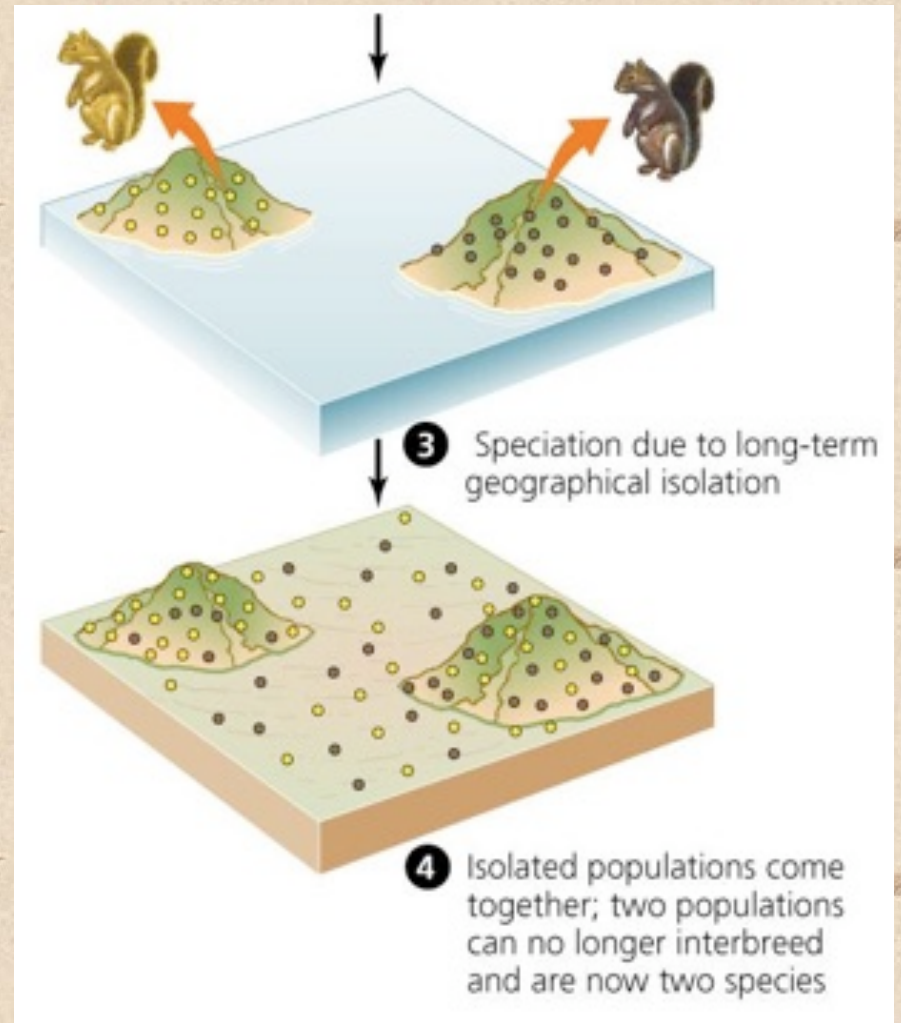
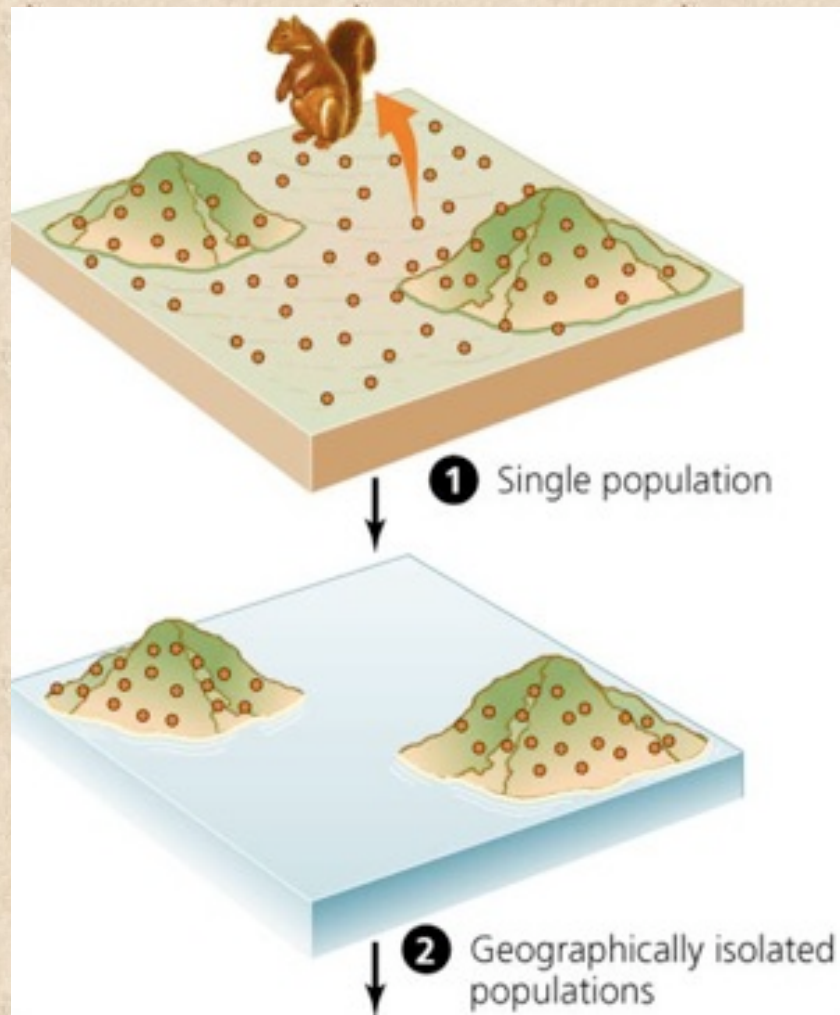
TIME 1  
Original  
Population



Η αλλοπάτρια ειδογένεση στηρίζεται εν πολλοίς στην έννοια της γεωγραφικής απομόνωσης (αν και όχι αποκλειστικά). Τα φράγματα μπορεί να είναι θάλασσες, γλυκά νερά, οροσειρές, κοιλάδες, παγετώνες ή ακόμη και ολόκληρα ενδιαιτήματα





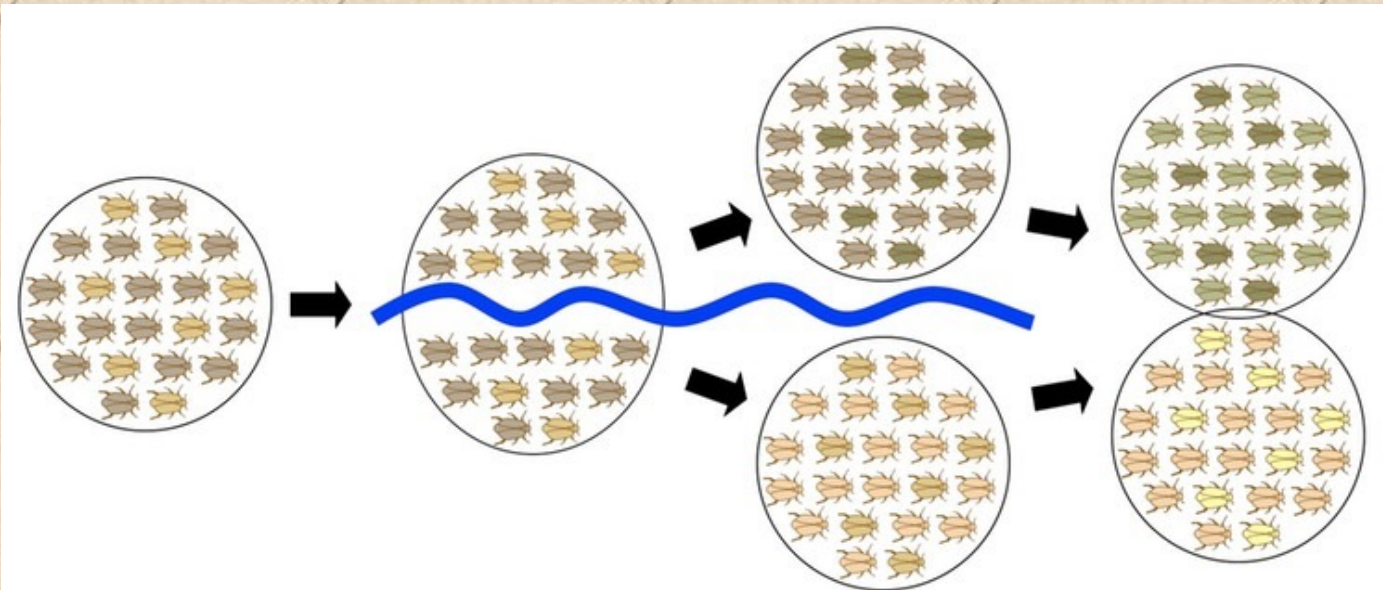


Η πιθανότητα η ίδια μετάλλαξη να συμβεί και στους δύο πληθυσμούς είναι μικρή.

Κάθε μετάλλαξη μεταβάλλει το γενετικό υπόβαθρο του πληθυσμού και επηρεάζει την ένταση της επιλογής πάνω στο σύνολο των αλληλομόρφων

Μικρές αλλαγές επηρεάζουν την εγκατάσταση διαφορετικών συνδυασμών γονιδίων στον πληθυσμό

Κάθε απόκλιση στους δύο πληθυσμούς μεγαλώνει τις γενετικές διαφορές. Στην πραγματικότητα ένας πληθυσμός δεν διαχωρίζεται ακριβώς σε όμοιους ή ίσους υποπληθυσμούς.





Σε περίπτωση που οι δύο πληθυσμοί ενωθούν ξανά υπάρχουν οι εξής περιπτώσεις:

- Να είναι τόσο διαφορετικοί που να μην μπορούν να διασταυρωθούν
- Η διαφοροποίηση να μην είναι τόσο έντονη και έτσι να σχηματίζονται υβρίδια.
- Το ποσοστό διαφοροποίησης να είναι τόσο μικρό ώστε τα άτομα των δύο πληθυσμών να είναι αναπαραγωγικά συμβατά.

Γενικά ισχύει ότι όσο πιο απομακρυσμένοι είναι οι υπό μελέτη πληθυσμοί, τόσο πιο έντονη είναι η αναπαραγωγική τους απομόνωση.

- Όταν γενετικά διαφοροποιημένοι πληθυσμοί έλθουν σε επαφή, η γονιδιακή ροή αναστέλλει τη διαφοροποίηση σε διακριτά είδη εκτός αν συνδυασμός προσυζευτικών και/ή μετασυζευτικών απομονωτικών μηχανισμών μειώσει τη γονιδιακή ροή.
- Οι συνεχείς διασταυρώσεις μεταξύ των υβριδίων προκαλούν εξομαλύνσεις στις συχνότητες των αλληλομόρφων.
- Ο Dobzhansky υποστήριζε ότι οι προσυζευτικοί μηχανισμοί αναπτύσσονται από τη φυσική επιλογή για να αποφεύγεται η γέννηση υβριδίων χαμηλής αρμοστικότητας.
- Ο Mayr διαφώνησε με αυτή την άποψη αφού ζώνες υβριδίων έχουν αντέξει για μεγάλα διαστήματα.
- Οι προσυζευτικοί μηχανισμοί είναι πιο έντονοι όταν δύο πληθυσμοί είναι συμπάτριοι

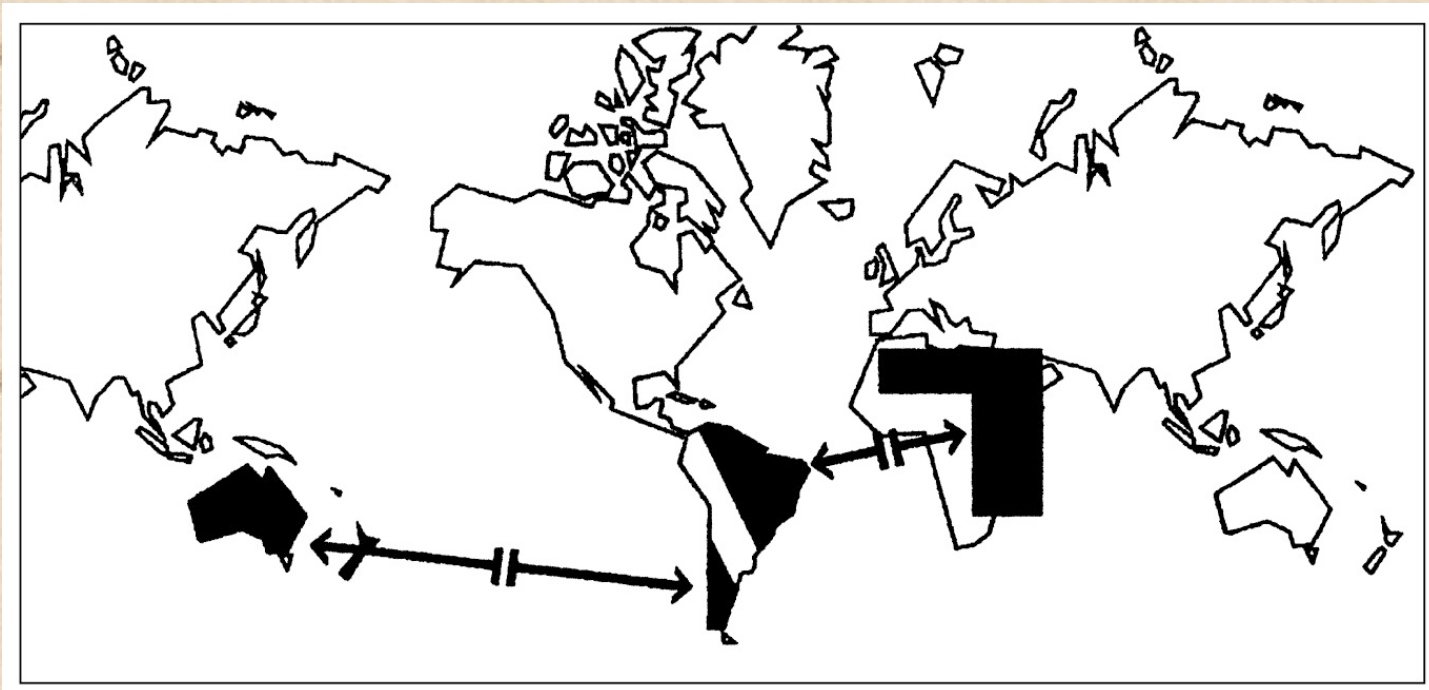


Όταν σχηματίστηκε ο Ισθμός του Παναμά, οι θαλάσσιες βιοκοινωνίες του Ειρηνικού και του Ατλαντικού διαχωρίστηκαν.

Σαν αποτέλεσμα εξελίχθηκαν κάτω από διαφορετικές συνθήκες και με διακριτές πιέσεις της φυσικής επιλογής και παρουσίασαν ξεχωριστές γραμμές.



Με το διαχωρισμό της Γκοντβάνα, τρεις νέοι ήπειροι σχηματίστηκαν και, μοιραία, οι πληθυσμοί που τις κατοικούσαν διαφοροποιήθηκαν έντονα μέ την πάροδο του χρόνου.

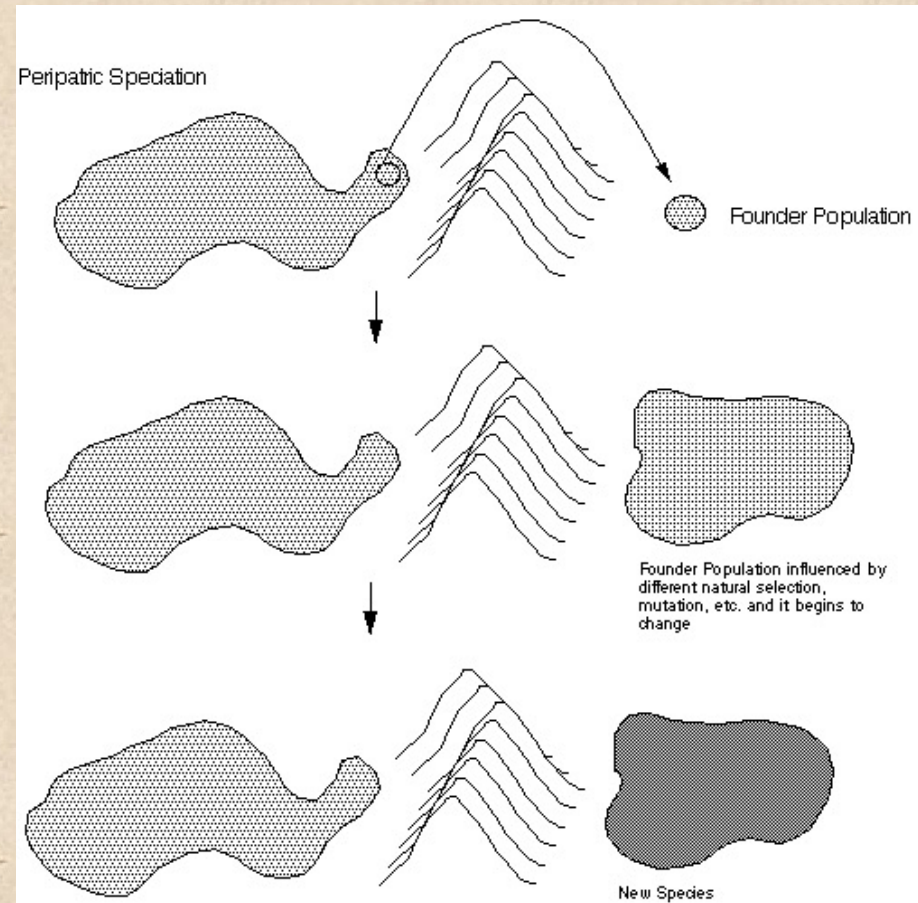




# Περιπάτρια Ειδογένεση

- Αναφέρεται σε πληθυσμούς που ζουν στην περιφέρεια της εξάπλωσης του είδους και βρίσκονται σε χαλαρή και περιορισμένη σύνδεση με τον κυρίως πληθυσμό.
- Σε μικρούς πληθυσμούς η γενετική παρέκκλιση οδηγεί σε γρήγορη εγκατάσταση των αλληλομόρφων μειώνοντας της γενετική ποικιλότητα και αυξάνει την απόκλιση από τους πληθυσμούς προέλευσης.
- Αυτός ο τύπος ειδογένεσης συνοδεύεται από μία γενετική επανάσταση δηλ. μία αναδιοργάνωση της γενετικής δεξαμενής.

- Όπως στην αλλοπάτρια ειδογένεση, έτσι και εδώ το τελικό ειδογενετικό επεισόδιο βασίζεται στην απομόνωση των πληθυσμών. Το μέγεθος όμως του πληθυσμού είναι σαφώς μικρότερο σε αυτή την περίπτωση.
- Μια πιθανή συνέπεια αυτής της ειδογένεσης είναι ότι προγονικά είδη με ευρεία κατανομή θεωρούνται παραφυλετικά με τα θυγατρικά τους είδη.





Οι πολικές αρκούδες προέκυψαν από περιφερειακούς πληθυσμούς της καφέ αρκούδας όπου άρχισαν να σωρεύονται διαφορετικές μεταλλάξεις.





# Παραπάτρια Ειδογένεση

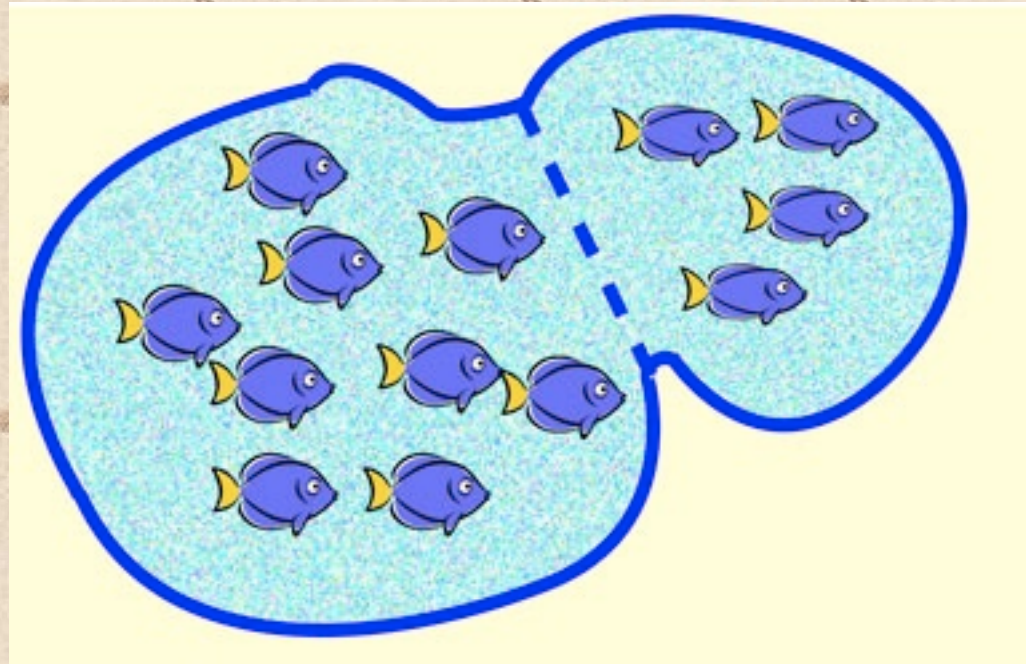
Παραπάτρια ειδογένεση: Οι δύο πληθυσμοί έχουν μικρή γεωγραφική επικάλυψη και μεταξύ τους δημιουργείται ένα κλινές στη συχνότητα των γονιδίων.

Ένα προγονικό είδος εξαπλώνεται σε μία διαφοροποιημένη περιοχή. Η δημιουργία του κλινούς λειτουργεί σαν φράγμα στην γονιδιακή ροή με συνέπεια την απόκλιση εκατέρωθεν του κλινούς.

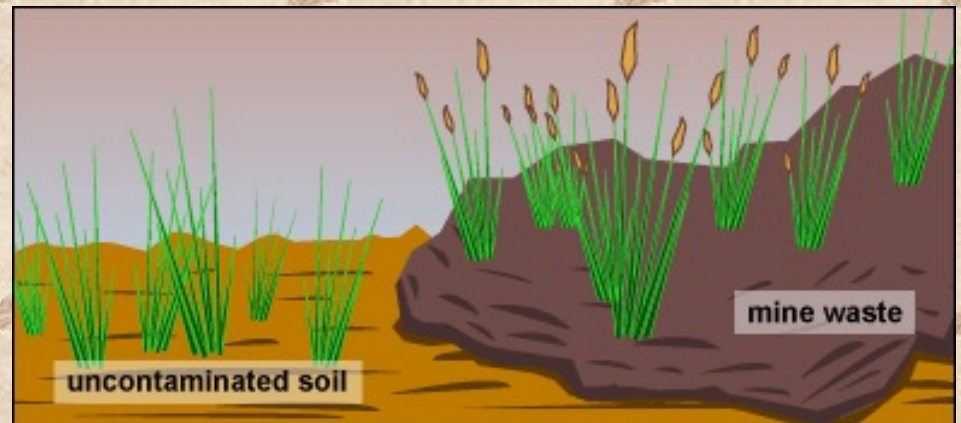
Οι παράγοντες που επηρεάζουν τη γονιδιακή ροή είναι η δυνατότητα διασποράς και η επιλογή στα υβρίδια ή η επιλογή στους "καθαρούς" τύπους στην υβριδική ζώνη ή εκατέρωθεν αυτής.



- Εικάζεται ότι υβριδικές ζώνες με παράλληλες αλλαγές σε πολλούς γενετικούς τόπους αποτελούν θέσεις παραπάτριας ειδογένεσης εν τω γενάσθαι.



- Ένα καλό παράδειγμα προέρχεται από τα αγρωστώδη που φυτρώνουν στα εγκαταλελειμμένα ορυχεία.

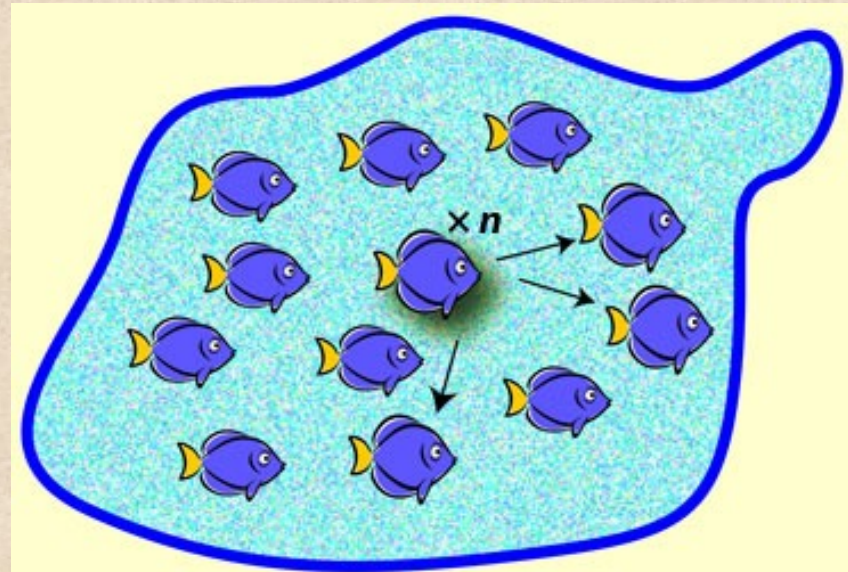




# Στασιπάτρια ειδογένεση, μια αμφισβητούμενη υποπερίπτωση της περιπάτριας

Χρωμοσωμικές μεταβολές που δρουν ως απομονωτικοί μηχανισμοί, αυξάνουν τη συχνότητά τους δημιουργώντας μια διαρκώς επεκτεινόμενη κυκλική υβριδική ζώνη.

Όμως μια χρωμοσωμική μετάλλαξη που προκαλεί αναπαραγωγική απομόνωση στο φορέα της, δεν μπορεί να αυξήσει τη συχνότητά της παρά μόνο με γενετική παρέκλιση μέσα σε ένα πολύ μικρό πληθυσμό.



## **Stasipatry:**

New species formed through chromosomal changes, in the same range, without local adaptive differences



# Συμπάτρια Ειδογένεση

Σ' αυτή τη διαδικασία δεν υπάρχει γεωγραφική απομόνωση μεταξύ δύο πληθυσμών που βρίσκονται σε διαδικασία ειδογένεσης και όλα τα άτομα έχουν τη δυνατότητα να συνευρεθούν.

Θα πρέπει να δημιουργηθεί ένας βιολογικός μηχανισμός αναπαραγωγικής απομονωσης μέσα σε ένα παμμικτικό πληθυσμό χωρίς κανέναν τοπικό διαχωρισμό.

Η ειδογένεση μπορεί να βασίζεται στην διασπαστική ή την ανταγωνιστική επιλογή.

# Διασπαστική επιλογή

- Δύο ομοζυγώτες για έναν ή περισσότερους γενετικούς τόπους είναι καλύτερα προσαρμοσμένοι σε διαφορετικά μικροπεριβάλλοντα από ότι ο ετερουζυγώτης.
- Έχει αποδειχθεί πειραματικά ότι ισχυρή επιλογή μπορεί να επιφέρει κάποιο βαθμό συμπάτριας ηθολογικής απομόνωσης.



Η γονιδιακή ροή μειώνεται μεταξύ ατόμων που έχουν παρουσιάσει κάποια διαφοροποίηση (π.χ. διατροφική) παρότι ζουν στην ίδια γεωγραφική περιοχή.

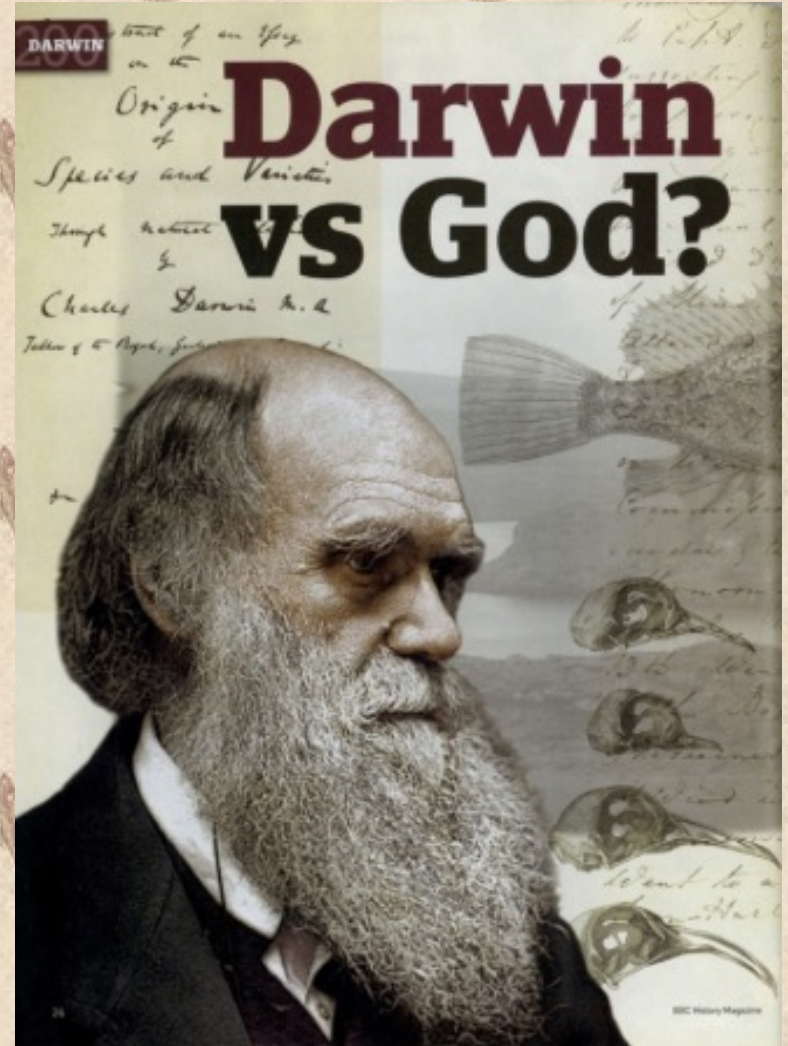


Η ειδογένεση είναι μια τυχαία διαδικασία.

Το υλικό της εξέλιξης είναι οι μεταλλάξεις και ο «κριτής» η φυσική επιλογή...

Τα χαρακτηριστικά των οργανισμών ΔΕΝ είναι απαραίτητα προϊόν προσαρμογών!

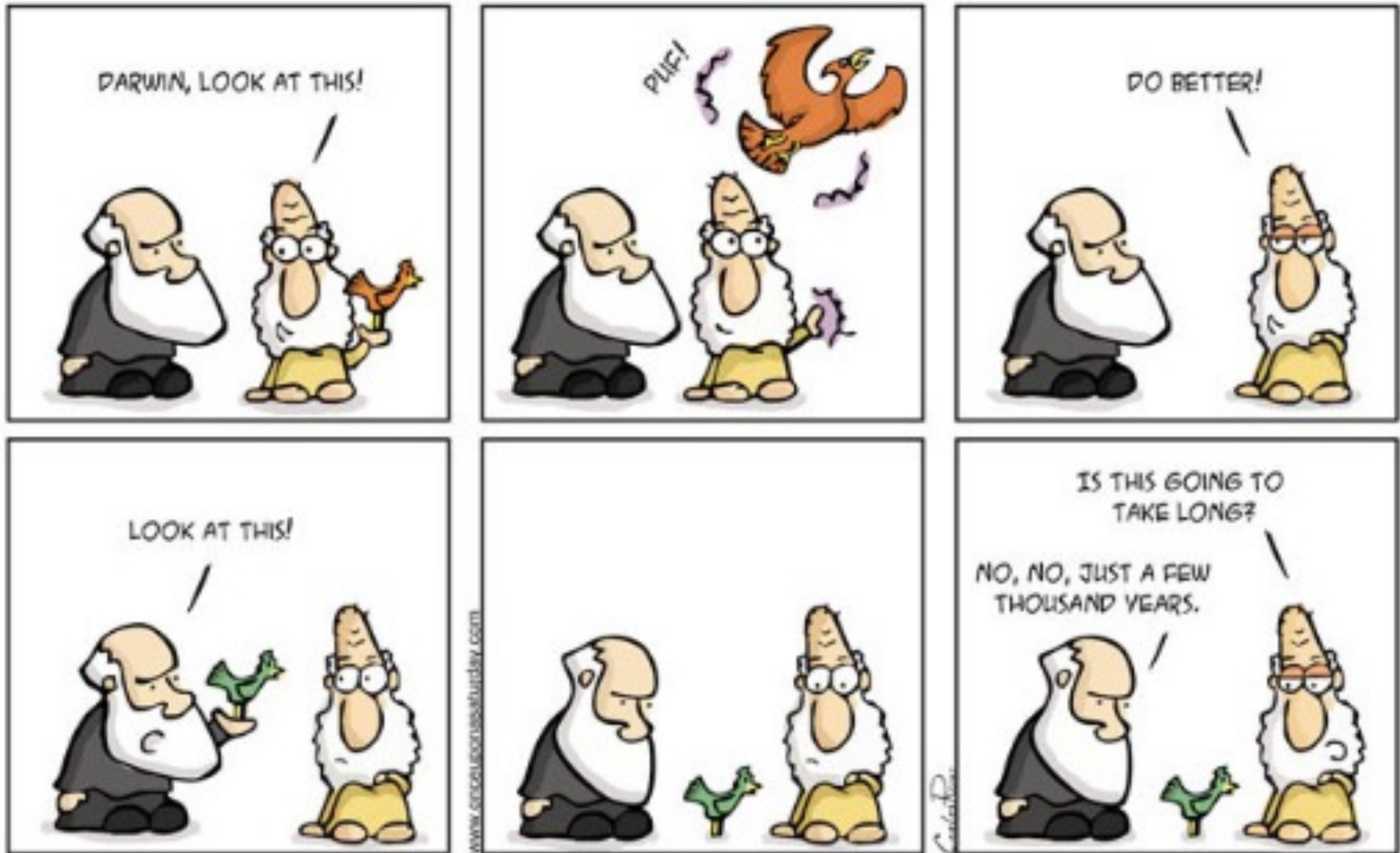
Δεν υπάρχει κάποιος σκοπός ή πρόνοια στη δράση της φυσικής επιλογής.



John van Wyhe



# Η ειδογένεση θέλει τον χρόνο της...



...σε γενικές γραμμές...

Η διαδικασία  
δημιουργίας νέων  
ειδών ΔΕΝ έχει  
ολοκληρωθεί αλλά  
συμβαίνει,  
κυριολεκτικά, κάθε  
μέρα!

Νέοι χαρακτήρες μπορεί  
να προκύψουν μέσα σε  
πολύ μικρό χρονικό  
διάστημα και να  
αποτελέσουν το  
απαραίτητο υπόβαθρο  
για ειδογένεση.

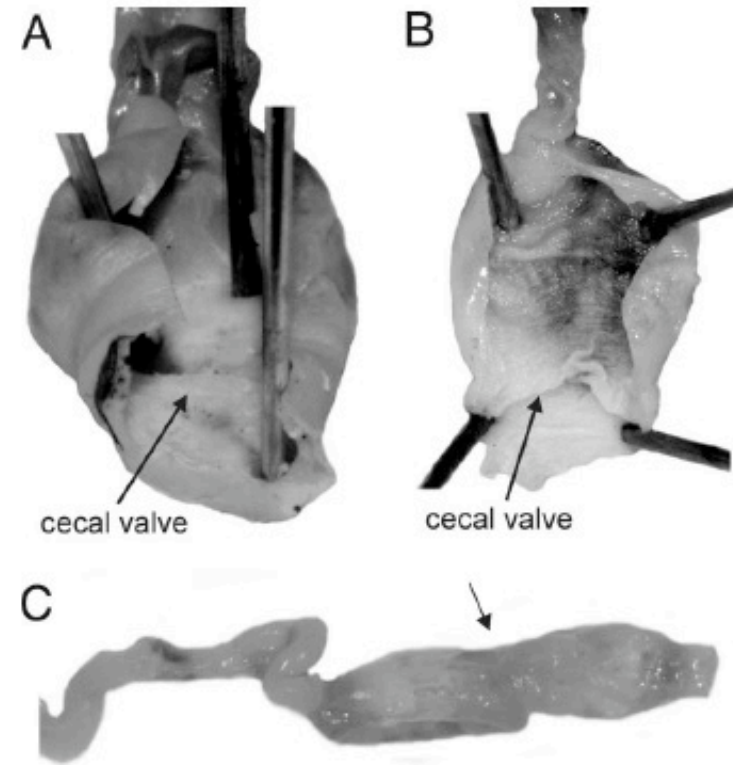


Fig. 4. Photographs illustrating the cecal valves in a male (A), a female (B), and a hatchling (C) *P. sicula* from Pod Mrčaru. Note the thick cecal wall and pronounced ridges. The arrow in C indicates the position of the cecal valve in a hatchling as seen from the outside.

## Rapid large-scale evolutionary divergence in morphology and performance associated with exploitation of a different dietary resource

Anthony Herrel<sup>\*†‡</sup>, Katleen Huyghe<sup>†</sup>, Bieke Vanhooydonck<sup>†</sup>, Thierry Backeljau<sup>†§</sup>, Karin Breugelmans<sup>§</sup>, Irena Grbac<sup>¶</sup>, Raoul Van Damme<sup>†</sup>, and Duncan J. Irschick<sup>||</sup>

<sup>\*</sup>Department of Organismic and Evolutionary Biology, Harvard University, 26 Oxford Street, Cambridge, MA 02138; <sup>†</sup>Department of Biology, University of Antwerp, Universiteitsplein 1, B-2610 Antwerpen, Belgium; <sup>‡</sup>Royal Belgian Institute of Natural Sciences, Vautierstraat 29, B-1000 Brussels, Belgium; <sup>§</sup>Department of Zoology, Croatian Natural History Museum, Demetrova 1, HR-1000, Zagreb, Croatia; and <sup>||</sup>Department of Biology and Organismic Evolutionary Program, University of Massachusetts at Amherst, 221 Morrill Science Center, Amherst, MA 01003



# Neaves' Whiptail Lizard: The First Known Tetraploid Parthenogenetic Tetrapod (Reptilia: Squamata: Teiidae)

Charles J. Cole<sup>1</sup>, Harry L. Taylor<sup>2</sup>, Diana P. Baumann<sup>3</sup>, and Peter Baumann<sup>4</sup>



*Aspidoscelis neavesi*

## Abstract

The first known tetraploid amniote that reproduces through parthenogenetic cloning by individual females is named and described. The species originated through hybridization between *Aspidoscelis exsanguis* (triploid parthenogen)  $\times$  *Aspidoscelis inornata* (diploid bisexual or gonochoristic species) in the laboratory. We compared multivariate morphological variation between two lineages that arose from separate F<sub>1</sub> hybrid zygotes in one clutch and among several generations in those lineages. The tetraploid species is also compared with its ancestral taxa, with two hybrids of *A. exsanguis*  $\times$  *A. inornata* that were found in nature at two localities that are 100 km apart in southern New Mexico, and with three laboratory hybrid males. This will facilitate identification of field-caught tetraploids in the future.



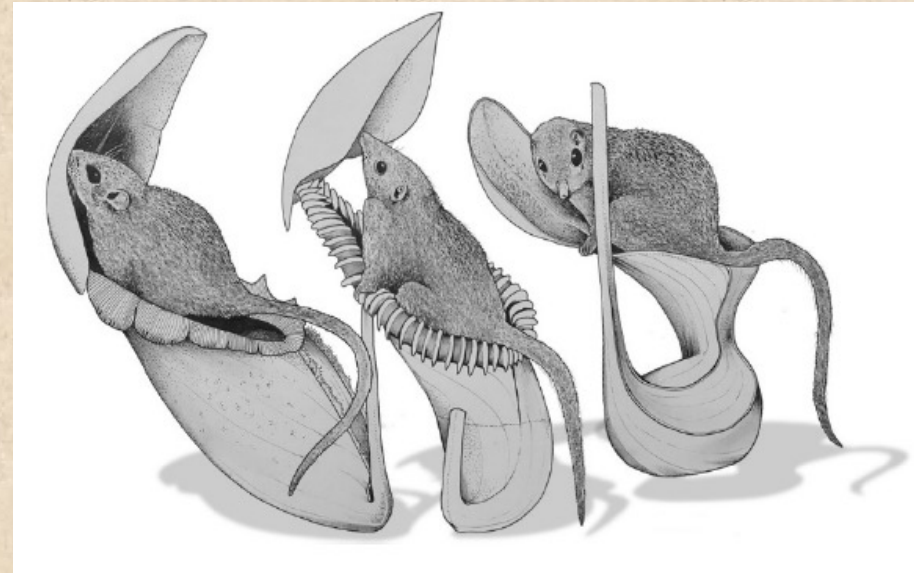
# Ειδογένεση sensu lato...



*Macaca fuscata*



*Nepenthes lowii*

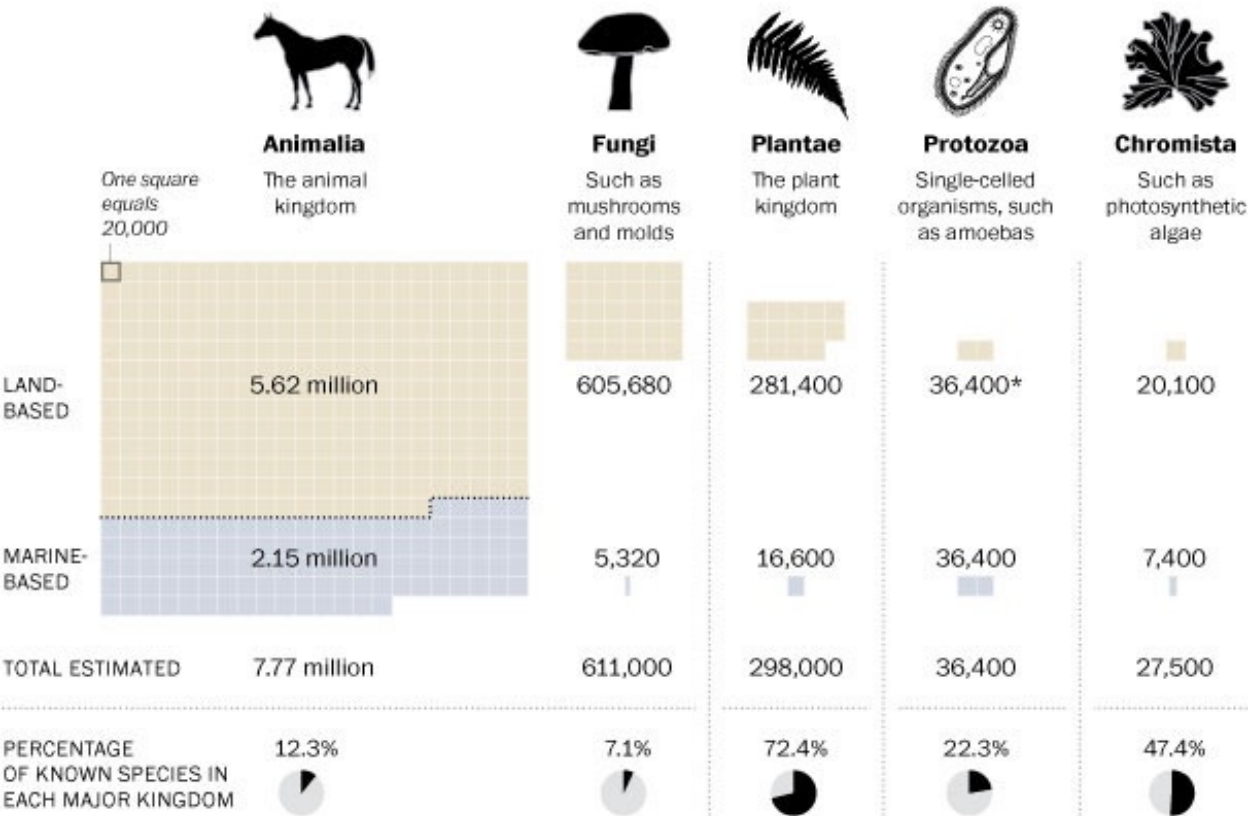




# Πόσα είδη υπάρχουν;



Estimated number of all distinct species, not including bacteria



\*The ocean database was substantially more complete than the database for the entire Earth, so PLoS Biology used the ocean database to estimate the total number of species in this taxon.





# Πόσα είδη γνωρίζουμε;



Πιστεύεται ότι γνωρίζουμε περί το 10% των ειδών που υπάρχουν στον πλανήτη και τα οποία εκτιμώνται περί τα 8.74 εκ. (~7.77 εκ. μεταζώα, ~298.000 φυτά, ~611.000 μύκητες, ~36.400 πρωτόζωα και ~27.500 χρώμιστα)

OPEN ACCESS Freely available online

PLOS BIOLOGY

## How Many Species Are There on Earth and in the Ocean?

Camilo Mora<sup>1,2\*</sup>, Derek P. Tittensor<sup>1,3,4</sup>, Sina Adl<sup>1</sup>, Alastair G. B. Simpson<sup>1</sup>, Boris Worm<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Department of Biology, Dalhousie University, Halifax, Nova Scotia, Canada, <sup>2</sup> Department of Geography, University of Hawaii, Honolulu, Hawaii, United States of America, <sup>3</sup> United Nations Environment Programme World Conservation Monitoring Centre, Cambridge, United Kingdom, <sup>4</sup> Microsoft Research, Cambridge, United Kingdom



# Νέα είδη περιγράφονται καθημερινά

- Τα τελευταία 10 χρόνια περιγράφονται κάθε χρόνο περίπου 13-17.000 νέα είδη
- Επίσης περιγράφονται ακόμα διαφορετικές ταξινομικές βαθμίδες (ακόμα και σε επίπεδο φύλου!)
- Νέες τεχνικές έχουν διευκολύνει την περιγραφή ειδών αλλά η δουλειά που πρέπει να γίνει παραμένει πολλή...
- Για να περιγραφεί το σύνολο των ειδών του πλανήτη απαιτούνται περίπου 303.000 ταξινομικοί που θα δουλεύουν 1200 χρόνια. Το κόστος ανέρχεται στα 364 δισ. δολάρια.



# Μια νέα υποτάξη εντόμων

Τα Mantophasmatodea ανακαλύφθηκαν μόλις το 2001 στην Αφρική και στην αρχή θεωρήθηκε ότι αποτελούσαν νέα τάξη.



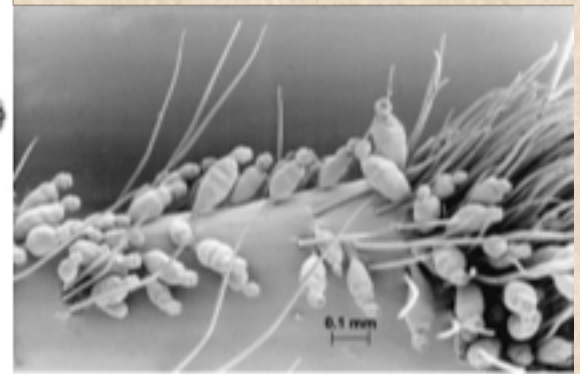
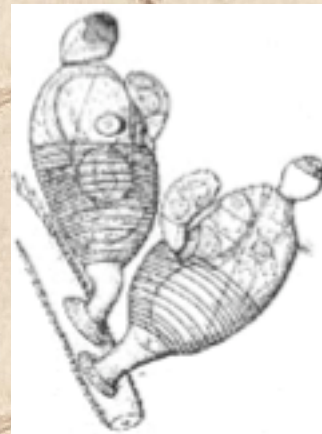


# Ανακάλυψη νέων φύλων

Loricifera 1983



Cycliophora 2000





# New monkey species identified in Democratic Republic of Congo

Lesula found in remote forests is only the second new monkey species to be discovered in Africa in 28 years

Adam Vaughan

guardian.co.uk, Thursday 13 September 2012 10.50 BST

 Jump to comments (327)



A new species of monkey (*Cercopithecus lomamiensis*), known locally as the lesula.  
Photograph: Hart JA, Detwiler KM, Gilbert CC/PA

Ένα νέο  
πρωτεύον!

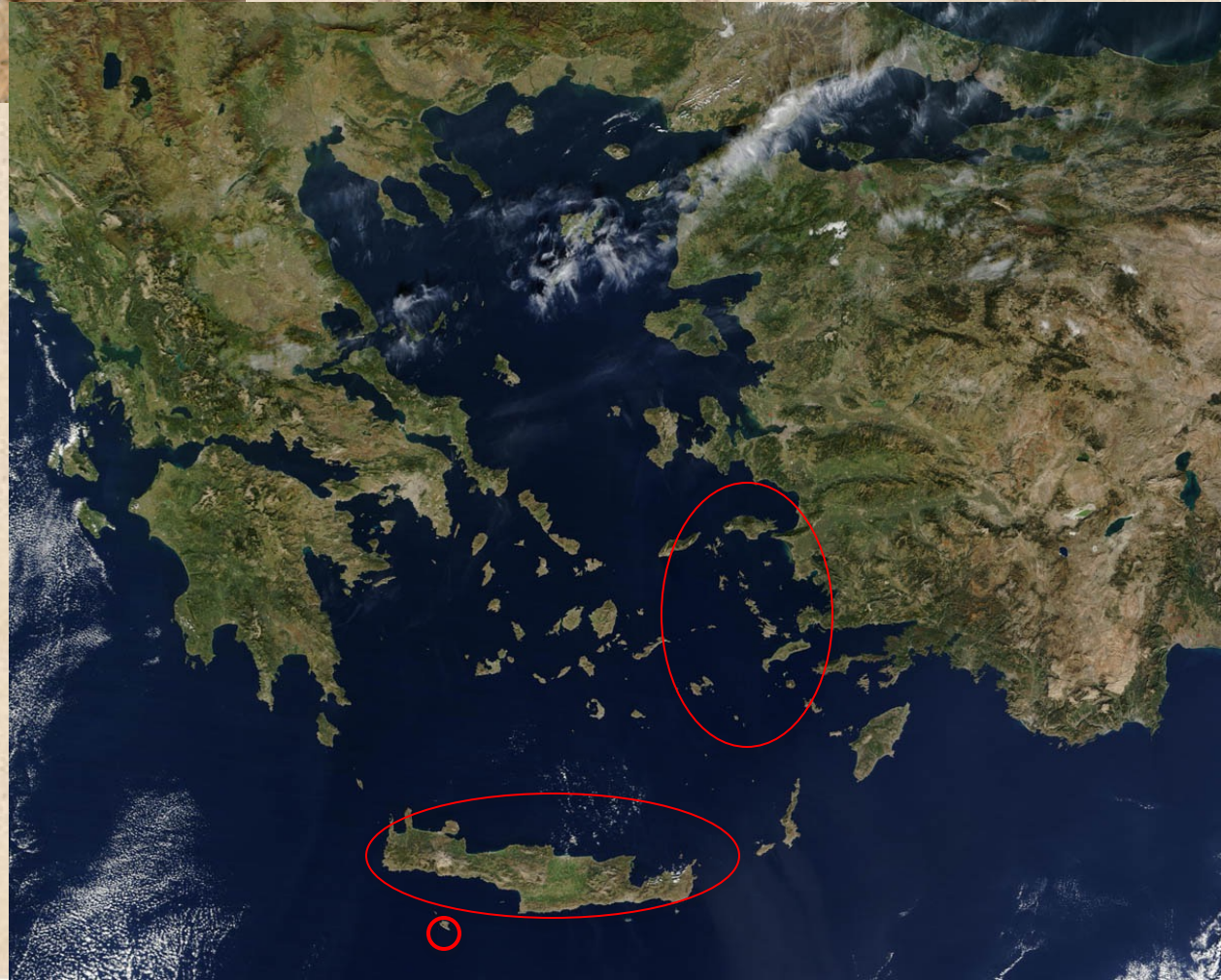






Η περίπτωση του  
σαμαμιδιού  
(*Mediodactylus kotshyi*)  
(Kotsakiozi et al. 2018)

*M. orientalis*  
*M. bartoni*  
*M. danilewskii*





# Είδη που περιγράφηκαν το 2024



*Brachycephalus dacnis*



*Ovophis jenkinsi*



*Eunota houstoniana*



*Gothus teemo*



*Anasaitis milesae*



# Linnean and Wallacean shortfalls...

Για να καλύψουμε τα κενά στη γνώση μας πάνω στα είδη του πλανήτη ο E. Wilson πρότεινε από το 2000 την δημιουργία ενός παγκόσμιου χάρτη βιοποικιλότητας

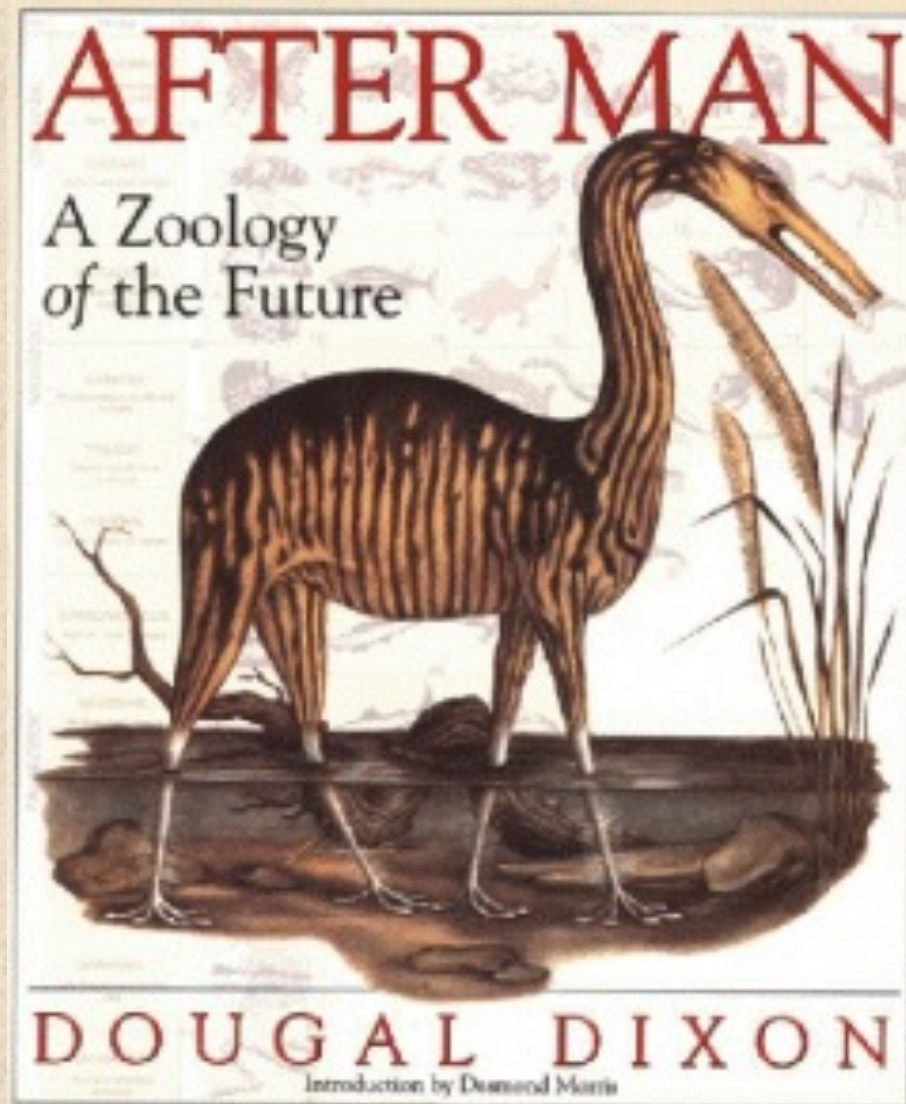


# Γιατί (να) μας νοιάζει η βιοποικιλότητα;

- Αυταξία
- Οικοσυστημικές υπηρεσίες
- Φαρμακευτική χρήση
- Βιολογική μηχανική
- Νέες εφαρμογές (π.χ. νεκρομποτική)



Η εξέλιξη δεν σταματά ποτέ, το ίδιο και η ειδογένεση...





### FLOORER

*Flonfacies mirabilis*



The floorer has glands around its mouth that produce a sweet-smelling secretion that is attractive to insects.

### NIGHT STALKER

*Manambulus perhorridus*



The night stalker's powerful front legs are developed from the wings of its ancestors. Its back feet, which were originally used for grasping and clutching, now come over its shoulders and effectively form hands.

The rack fins are full of blood vessels that lie near the surface and serve to keep the animal cool.

### FIN LIZARD

*Velusarus bipod*



The fin lizard can travel at speeds up to 50 kilometers per hour. It stands on one leg with its neck and tail fins outstretched when cooling itself.

The rootsucker is equipped for digging with long, pointed claws and a horny head shield.

### ROOTSUCKER

*Palatops spp.*









# Είναι τελικά η εστιγμένη ισορροπία το επικρατές ειδογενετικό πρότυπο;

Είναι δύσκολο να δοθεί απάντηση διότι αφενός δεν είναι γνωστοί όλοι οι μηχανισμοί ειδογένεσης και αφετέρου δεν ακολουθούν όλες οι περιπτώσεις το γενικό πρότυπο στον ίδιο βαθμό.

Θα πρέπει να τονιστεί ότι τα πρότυπα ειδογένεσης που περιγράψαμε αποτελούν γενικευμένες συμβάσεις που αποδεχόμαστε για να περιγράψουμε τη δημιουργία νέων ειδών. Στην πραγματικότητα υπάρχουν και άλλες, πιο σύνθετες διαδικασίες.



Τυπικό παράδειγμα εστιγμένης  
ισορροπίας αποτελεί η εξέλιξη  
των Βρυοζών που θεωρούνται  
ζωντανά απολιθώματα

Η εξέλιξη άλλων γραμμών, όπως  
αυτή των Ακτινοζώων,  
αποδίδονται καλύτερα με την  
βαθμιαία αλλαγή.





# Άλλα ειδογενετικά πρότυπα...

Ανεξαρτήτως του μηχανισμού θα πρέπει να ικανοποιούνται δύο βασικοί όροι:

1. Απομόνωση τμήματος του αρχικού πληθυσμού
2. Δημιουργία γενετικής διαφοροποίησης

Η απομόνωση μπορεί να προκύψει με οποιοδήποτε τρόπο παρεμπόδισης των διασταυρώσεων μεταξύ των ατόμων του αρχικού και του νέου πληθυσμού.

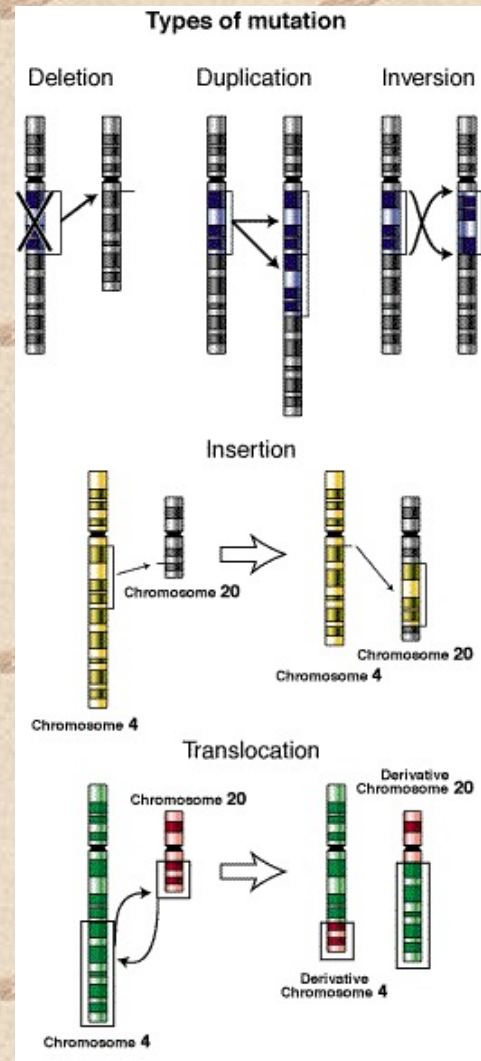
Η γενετική διαφοροποίηση μπορεί να αποδοθεί σε τρεις επιμέρους δυνάμεις:

1. Μεταλλάξεις
2. Γενετική παρέκλιση
3. Φυσική επιλογή



# Μεταλλάξεις

Το είδος των μεταλλάξεων έχει καθοριστική σημασία. Οι απλές νουκλεοτιδικές μεταλλάξεις που σωρεύονται στη διάρκεια του χρόνου, θα οδηγήσουν κάποτε σε γενετικό φράγμα απομόνωσης. Οι πολυπλοειδίες δημιουργούν άμεσα ένα τέτοιο φράγμα καθώς απαγορεύουν την σύντηξη γαμετών με διαφορετικό αριθμό χρωμοσωμάτων.





# Γενετική παρέκλιση

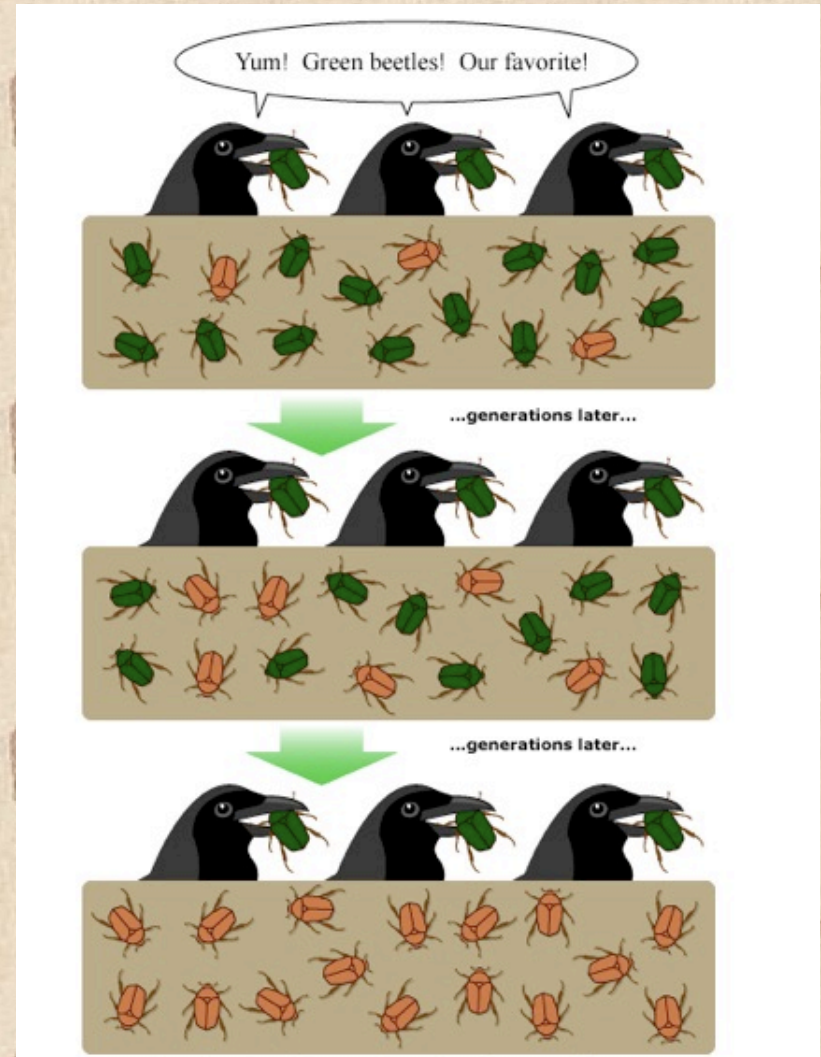
Πρόκειται για γρήγορα παρέκλιση με μικρούς και απομονωμένους πληθυσμούς, όπως στην περίπτωση της περιπατρικής ειδογένεσης.





# Φυσική επιλογή

Επιλέγει ποιός  
συνδυασμός γονιδίων  
έχει την υψηλότερη  
αρμοστικότητα για έναν  
συγκεκριμένο βιότοπο.





# Τα μορφολογικά/φαινοτυπικά χαρακτηριστικά δεν είναι πάντα προϊόν προσαρμογής

- Οι επιδερμικές επιφάνειες κάποιων ζώων έχουν υψηλή ανακλαστικότητα.
- Είχε προταθεί η άποψη ότι η συγκεκριμένη εμφάνιση ελαττώνει την θηρευτική πίεση.
- Πειράματα έδειξαν ότι μάλλον έχει άλλες εφαρμογές, όπως π.χ. στη θερμορύθμιση





Βιολογικό είδος: «ένα είδος είναι μια αναπαραγωγική κοινότητα πληθυσμών (αναπαραγωγικά απομονωμένη από άλλες) που κατέχει ένα συγκεκριμένο θώκο στη φύση» E. Mayr.

- αναφέρεται στους σύγχρονους πληθυσμούς και παρέχει λίγα στοιχεία σχετικά με τη χρονική διάρκεια μιας γραμμής ειδών μέσω της ιστορίας της
- είναι αδύνατον να εφαρμοστεί σε είδη που αναπαράγονται αποκλειστικά αγενώς
- Ο βαθμός της αναπαραγωγικής απομόνωσης που απαιτείται...



Εξελικτικό είδος: μια σειρά προγονικών και απογονικών πληθυσμών που διατηρεί την ταυτότητά της από άλλες τέτοιες σειρές και έχει τις δικές της εξελικτικές τάσεις και ιστορική μοίρα.

Ισχύει για όλες τις αναπαραγωγικές μορφές (αγενώς και εγγενώς αναπαραγόμενοι οργανισμοί).



Συνεκτικό είδος: ο πιο περιεκτικός πληθυσμός ατόμων που έχουν τη δυνατότητα φαινοτυπικής συνοχής μέσω εγγενών μηχανισμών συνοχής

Οι μηχανισμοί συνοχής περιλαμβάνουν τη γονιδιακή ροή σε όλη τη γεωγραφική έκταση του είδους, την κοινή απώλεια αλληλομόρφων μέσω γενετικής παρέκκλισης και τις κοινές γενετικές μεταλλάξεις που προκαλούνται μέσω της φυσικής επιλογής.



Φυλογενετικό είδος: η βασική ομαδοποίηση οργανισμών που μπορεί να διαγνωσθεί ως ξεχωριστή από άλλες τέτοιες ομαδοποιήσεις και μέσα στην οποία υπάρχει μια εξελικτική συνέχεια μεταξύ προγόνων και απογόνων.

Τονίζεται η κοινή καταγωγή και καλύπτονται τόσο οι αγενώς όσο και οι εγγενώς αναπαραγόμενοι οργανισμοί

Η έννοια του φυλογενετικού είδους δίνει έμφαση στην αναγνώριση ως είδη των μικρότερων ομάδων οργανισμών που έχουν υποστεί ανεξάρτητη εξελικτική αλλαγή