

# Εξελικτική Βιολογία

Αλληλεπιδράσεις μεταξύ ειδών

Π. Παφίλης

# Συνεξέλιξη

- Η αμοιβαία γενετική αλλαγή στα είδη που αλληλεπιδρούν η οποία οφείλεται στη φυσική επιλογή που ασκείται από το ένα είδος στο άλλο.
- Η φύση και η ισχύς μιας αλληλεπίδρασης μπορεί να ποικίλλει ανάλογα με τον γονότυπο, τις περιβαλλοντικές συνθήκες και τα άλλα είδη.

- Ειδική συνεξέλιξη: δύο είδη εξελίσσονται αποκρινόμενα το ένα στο άλλο.
- Διάχυτη συνεξέλιξη: εμπλέκονται διάφορα είδη και τα αποτελέσματα δεν είναι ανεξάρτητα.
- Συνεξέλιξη διαφυγής: ένα είδος εξελίσσει κάποια άμυνα εναντίον των εχθρών του κι έτσι διαφοροποιείται σε νέα είδη, στα οποία αργότερα μπορούν να προσαρμοστούν διαφορετικοί εχθροί.

- Ο Δαρβίνος παρατήρησε την ορχιδέα *Angraecum sesquipedale* η οποία διαθέτει νεκταροφόρο πλήκτρο μήκους έως 30 εκ. και προέβλεψε ότι θα έπρεπε να υπάρχει και ένα έντομο με αντίστοιχα μακριά γλώσσα για να φτάσει στο νέκταρ.
- Πράγματι, 40 χρόνια αργότερα περιγράφηκε η νυχτοπεταλούδα *Xanthopan morgani praedicta* με γλώσσα που φτάνει τα 30 εκ.

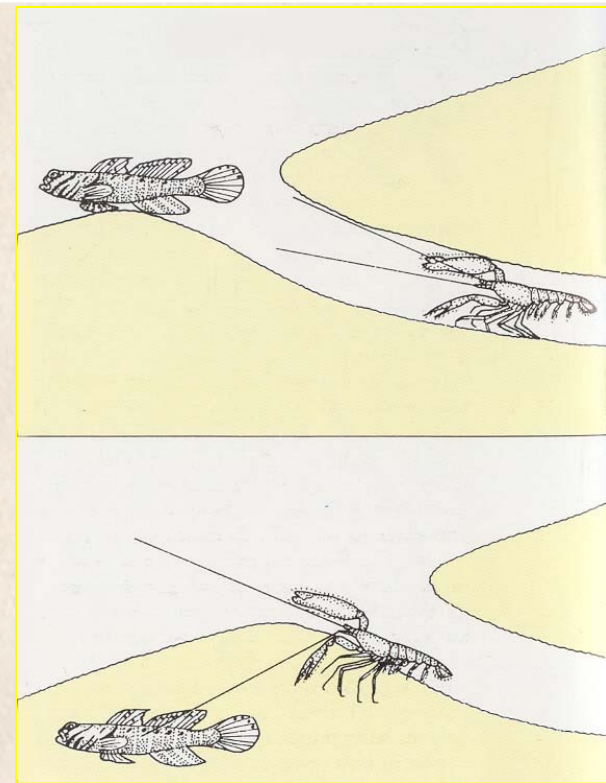


- Ζώα που ζούνε μαζί, κερδίζουν εξελικτικά πλεονεκτήματα. Οι γαρίδες της οικ. *Alphaeidae*, ζούνε στον αμμώδη βυθό και σκάβουν αυλάκια στα οποία κρύβονται για να προστατευθούν.
- Οι γαρίδες αυτές όμως, είναι τυφλές και έτσι κινδυνεύουν από τους θηρευτές τους κάθε φορά που εγκαταλείπουν το καταφύγιό τους.
- Τα ψάρια της οικ. *Gobidae* χρειάζονται και αυτά κάποιες θέσεις για να καλυφθούν από τους εχθρούς τους, αλλά δεν μπορούν να σκάψουν.



Αν όμως τα ψάρια αυτά μοιραστούν το καταφύγιο με μια γαρίδα, θα βρεθούν και οι δύο οργανισμοί σε καλύτερη θέση. Το ψάρι θα έχει προστασία, ενώ η γαρίδα θα έχει ένα φύλακα με οξεία όραση.

- Η γαρίδα φαίνεται να έχει αναπτύξει ένα σύστημα επικοινωνίας με τα ψάρια και αφήνει το αυλάκι της μόνο όταν το ψάρι βρίσκεται στην είσοδό του.
- Όταν εμφανίζεται η γαρίδα, κρατά τη μια κεραία της σε επαφή με το ψάρι. Όταν απειληθούν από κάποιον κίνδυνο, η γαρίδα αποκρίνεται στις κινήσεις διαφυγής που κάνει το ψάρι και έτσι και οι δύο μπαίνουν μέσα στο αυλάκι.



Παρατήρηση της συμπεριφοράς των δύο αυτών συνεργατών, έδειξε ότι η γαρίδα δεν αντιλαμβάνεται τον κίνδυνο αν απομακρυνθεί το ψάρι, και επομένως εξαρτάται από το “σύστημα προειδοποίησης” του ψαριού.

- «Ίσως πιο σημαντικές από τις αλλαγές που συμβαίνουν στο κλίμα είναι οι εξελικτικές αλλαγές που συμβαίνουν σε συσχετιζόμενους οργανισμούς» R.A. Fisher
- Οι οργανισμοί που αλληλεπιδρούν εισέρχονται σε εξελικτική κούρσα εξοπλισμών (κλιμάκωση).
- Ο ρυθμός σύλληψης του θηράματος από το θηρευτή αυξάνεται όσο αυξάνεται η διαφορά μεταξύ του αμυντικού χαρακτήρα του θηράματος και ενός θηρευτικού χαρακτηριστικού του θηρευτή.

- Τα σπέρματα της ιαπωνικής καμέλιας (*Camellia japonica*) περιβάλλονται από ξυλώδες περικάρπιο το οποίο διατρύπουν οι επιμήκεις γνάθοι του κολεόπτερου *Curculio cameliae* ώστε να αφήσουν τα αυγά τους μέσα στον καρπό και να αναπτυχθούν οι προνύμφες τους.
- Η επιτυχία της διάτρησης εξαρτάται από το μήκος του ρύγχους του κολεόπτερου.



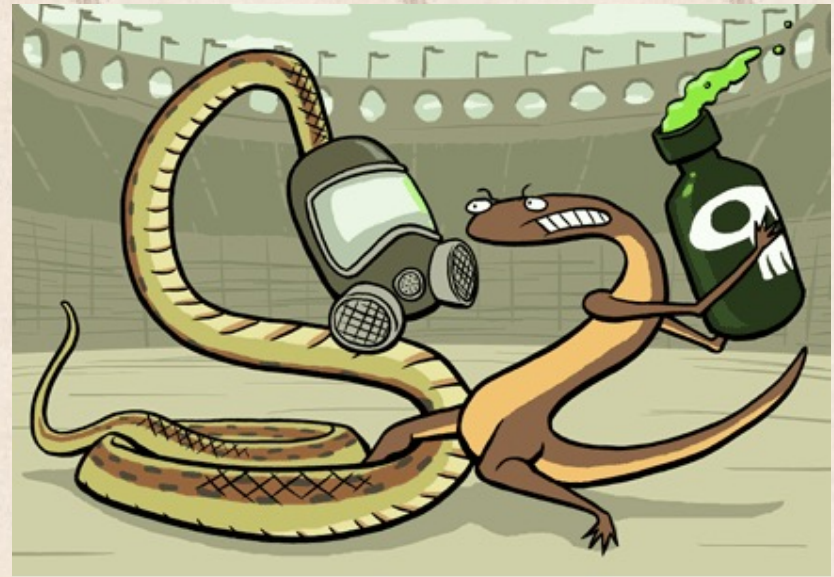
- Μεταξύ των δύο ειδών παρατηρείται αγώνας εξοπλισμού.
- Οι νοτιότεροι πληθυσμοί της καμέλιας εμφανίζουν παχύτερα περικάρπια τα οποία επάγουν και μακρύτερα ρύγχη.
- Οι πληθυσμοί του βορά έχουν πιο λεπτά περικάρπια και τα κολεόπτερα φέρουν πιο κοντά ρύγχη.



- Οι βομβίνοι μπορούν να επάγουν την άνθηση κάποιων φυτών νωρίτερα από το αναμενόμενο.
- Οι βασίλισσες που αφυπνίζονται από τη χειμέρα νάρκη χρειάζονται ενέργεια, ακόμη και πριν έχουν ανθήσει τα λουλούδια.
- Με στοχευμένες νύξεις προκαλούν βλάβες στα φύλλα των φυτών (π.χ. *Brassica nigra*), επάγοντας την άνθηση



- Στις βορειοδυτικές ΗΠΑ ο τρίτωνας *Taricha granulosa* εκκρίνει την ισχυρή νευροτοξίνη τετραδοτοξίνη (ΤΤΧ) (μπορεί να σκοτώσει μέχρι 25.000 ποντίκια).
- Το θαμνόφιδο *Thamnophis sirtalis* τρέφεται με τον τρίτωννα.
- Σε περιοχές εκτός της κατανομής του τρίτωννα, τα φίδια δεν παρουσιάζουν ανθεκτικότητα στην ΤΤΧ.
- Στις θέσεις όμως όπου οι εξαπλώσεις ταυτίζονται, τα φίδια επιδεικνύουν υψηλή ανθεκτικότητα στην ΤΤΧ.



# Χρωματικές προσαρμογές

- Πολλά ζώα έχουν αναπτύξει χαρακτηριστικούς έντονους προειδοποιητικούς ή αποσηματικούς χρωματισμούς για να «ειδοποιούν» τους θηρευτές τους να μην τους καταναλώσουν.
- Αυτά τα πρότυπα υπόκεινται σε συχνοεξαρτώμενη επιλογή καθώς τα άτομα που αποκλίνουν από το καθιερωμένο πρότυπο συνήθως καταναλώνονται από τους θηρευτές.



- Μεταλλάξεις που προσδίδουν νέο αποσηματικό πρότυπο μπορεί να αποβούν μειονεκτικές.
- Πως προκύπτουν λοιπόν νέα τέτοια πρότυπα;
- Πιθανόν μέσω γενετικής παρέκκλισης σε θέσεις ή χρονικές περιόδους όπου η επιλογή των θηρευτών είναι πιο χαλαρή.
- Τα περισσότερα πρότυπα πάντως ακολουθούν κοινό μοτίβο.



# Μίμηση

- Πρόκειται για μορφή συγκλίνουσας εξέλιξης όπου αναπτύσσεται η ομοιότητα μεταξύ διαφορετικών ειδών προκειμένου να ευνοηθούν από ένα χαρακτηριστικό που πρωτογενώς λειτουργεί αποτελεσματικά.
- Τα είδη ΔΕΝ οφείλουν την ομοιότητά τους σε κοινή καταγωγή
- Πολύ συχνά τα είδη αυτά μοιάζουν τόσο μεταξύ τους που μόνο ειδική εξέταση μπορεί να αποκαλύψει την πραγματική τους ταυτότητα.

# Βατεσιανή μίμηση

- Ένα εύγεστο είδος (μιμητικό) μοιάζει με ένα δύσγευστο (πρότυπο).
- Η επιλογή εξαρτάται από τη συχνότητά του και από το βαθμό δυσγευστότητας του προτύπου.
- Ένας θηρευτής που μπορεί να μαθαίνει, θα αποφύγει να καταναλώσει μία πεταλούδα που μοιάζει με το δύσγευστο πρότυπο.
- Οι θηρευτές συσχετίζουν το χρωματικό πρότυπο με τη δυσγευστότητα



*Micrurus sp.*



*Lampropeltis sp.*

# Μυλεριανή μίμηση

- Δύο ή περισσότερα δύσγευστα είδη μιμούνται το ένα το άλλο (συν-πρότυπα) και ενισχύουν την από κοινού αποστροφή που αντιλαμβάνονται οι θηρευτές.
- Αυτή η μορφή μίμησης προκαλεί θετική συχνοεξαρτώμενη επιλογή καθώς οι κοινοί φαινότυποι θα αναγνωριστούν καλύτερα ενώ οι αποκλίνοντες θα έχουν μειωμένη πιθανότητα επιβίωσης.



Το ιοβόλο *Micrurus fulvius* (πάνω), το άγλυφο *Lampropeltis polyzona* (δεξιά) και το οπισθόγλυφο *Oxyrhopus* (κάτω)

# Αλληλεπιδράσεις παρασίτων-ξενιστών

- Οι σχέσεις των περισσότερων παρασίτων με τους ξενιστές τους (σε ζεύγη ή σε αλληλουχία ξενιστών σε κάποιες περιπτώσεις) αποτελούν τυπική περίπτωση συνεξέλιξης.
- Οι προκλήσεις που έχει να αντιμετωπίσει ένα παράσιτο είναι:
  1. Να υπερνικήσει την άμυνα του ξενιστή και να το μολύνει
  2. Να μετακινηθεί από έναν ξενιστή σε άλλον, κάθετα ή οριζόντια

- Τα παράσιτα που μειώνουν την επιβίωση ή την αναπαραγωγή των ξενιστών θεωρούνται μολυσματικά.
- Πολλά παράσιτα είναι μολυσματικά διότι η επιβίωση και η αναπαραγωγή τους απαιτούν να καταναλώσουν μέρος του ξενιστή τους για να αποκομίσουν ενέργεια και πρωτεΐνες.
- Ορισμένα παράσιτα στην πραγματικότητα παρατείνουν τη ζωή του ξενιστή τους (ενώ ταυτόχρονα ενισχύουν τη δική τους αναπαραγωγή) παρεμβαίνοντας στις ορμόνες του και καθιστώντας τον στείρο.
- Σε πολλές περιπτώσεις εξελίσσονται πολύπλοκα μονοπάτια μεταξύ παρασίτου και διαδοχικών ξενιστών μέχρι να ολοκληρωθεί ο κύκλος του παρασίτου.

- Τα παράσιτα αναπτύσσουν επιθετικές στρατηγικές ενώ οι ξενιστές αμυντικές.
- Τα παράσιτα βελτιώνουν την αρμοστικότητά τους όταν βρίσκουν κατάλληλους ξενιστές ενώ οι τελευταίοι θα έχουν υψηλότερη αρμοστικότητα εάν αποφύγουν τα παράσιτα.
- Για αυτό το λόγο η φυσική επιλογή έχει ευνοήσει την επιθετικότητα στα παράσιτα και την άμυνα στους ξενιστές.
- Έτσι, τα παράσιτα έχουν αναπτύξει ευρεία ποικιλία στρατηγικών για να εντοπίζουν και να μολύνουν τους ξενιστές και να αυξάνουν την πιθανότητα μετάδοσής τους.

- Ο πλατυέλμινθας *Leucochloridium paradoxum* πολλαπλασιάζεται μέσα στο σώμα πτηνών αλλά τα αυγά του εκκολάπτονται και οι προνύμφες αυξάνουν σε μέγεθος στο σώμα του σαλιγκαριού *Succinea putris* που ζουν σε σκιερές θέσεις κάτω από φύλλα πάνω στο έδαφος.



- Τα σαλιγκάρια προσλαμβάνουν τα αυγά του παρασίτου από τα περιττώματα πτηνών.

- Αφού εκκολαφθούν οι παρασιτικές προνύμφες μετακινούνται στις οφθαλμοφόρες κεραιές του σαλιγκαριού οι οποίες κανονικά είναι λεπτές και ανοιχτόχρωμες αλλά λόγω μόλυνσης αυξάνονται σε μέγεθος, αποκτούν έντονα χρώματα και πάλλονται σαν προνύμφες λεπιδοπτέρων
- Παράλληλα τα παράσιτα τροποποιούν τη συμπεριφορά του σαλιγκαριού που μετακινείται στις άκρες βλαστών και είναι ορατό από τα πουλιά.



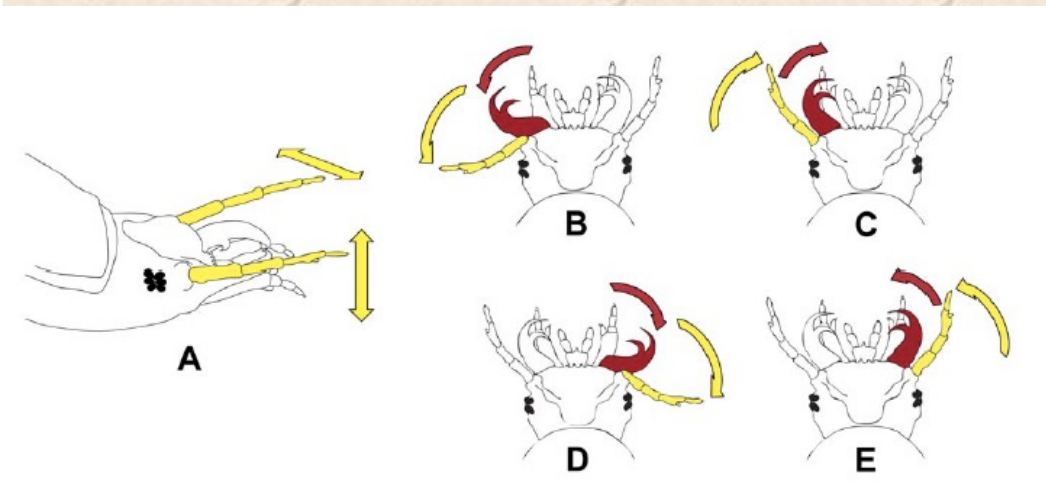
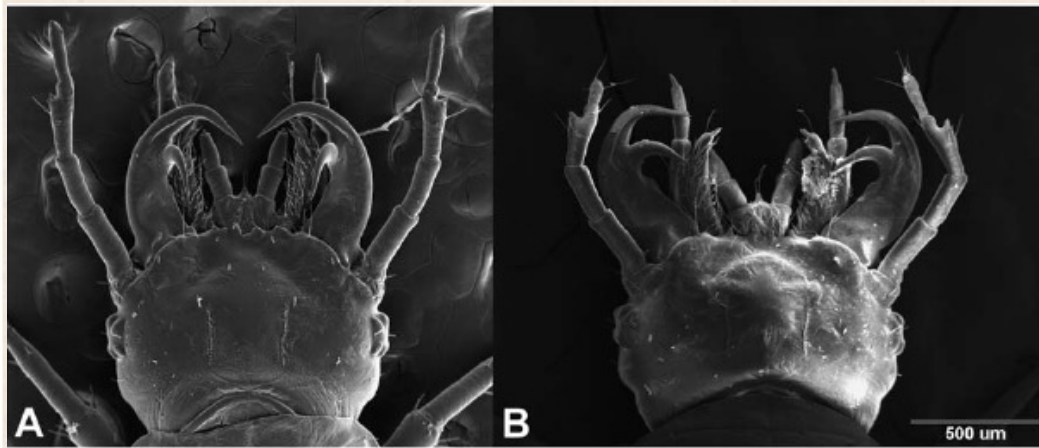
- Τα μυρμήγκια *Camponotus leonardi* διαβιούν σε φωλιές στην κόμη του τροπικού δάσους της βροχής.
- Περιστασιακά μετακινούνται στο έδαφος όπου έρχονται στα σπόρια του μύκητα *Ophiocordyceps unilateralis*.
- Τα μολυσμένα μυρμήγκια σκαρφαλώνουν στον υποόροφο και σταματούν σε μία θέση 25 εκ. πάνω από το έδαφος (νεκροταφείο μυρμηγκιών)



- Εκεί δαγκώνουν ένα αγγείο του φύλλου και πεθαίνουν (μυρμηγκιαζόμπι).
- Μετά το θάνατο του μυρμηγκιού, ο μύκητας αναπτύσσει μια σποροπαραγωγό δομή που προβάλλει από το κεφάλι του μυρμηγκιού και απελευθερώνει τα σπόρια του μύκητα στο περιβάλλον.



# Η προνύμφη ενός κολεοπτέρου (Eromis, Carabidae) θηρεύει ενήλικα αμφίβια!



# Εξέλιξη και επιδημίες

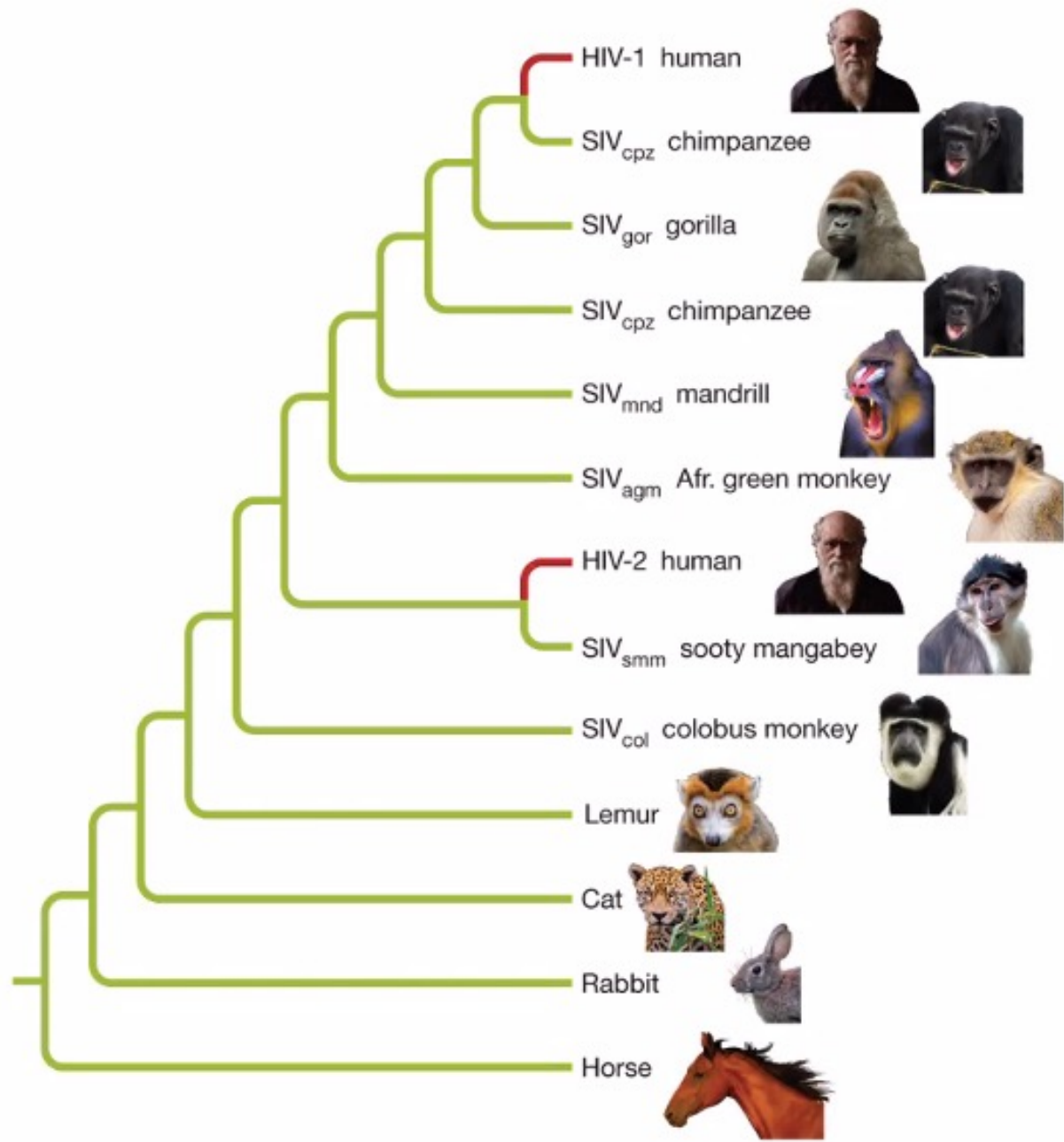
- Η γενετική ποικιλομορφία στους πληθυσμούς των ξενιστών είναι σημαντική για τη διατήρηση της ανθεκτικότητας στα παθογόνα.
- Πληθυσμοί που είναι ενδογαμικοί ή έχουν χαμηλή γενετική ποικιλότητα, ενδέχεται να διατρέχουν αυξημένο κίνδυνο μόλυνσης.
- Το πρόβλημα είναι ιδιαίτερα έντονο σε απομονωμένους (π.χ. νησιωτικούς) πληθυσμούς που εάν έλθουν σε επαφή με ένα παθογόνο μπορεί και να αποδεκατιστούν.

# Αναδυόμενες μολυσματικές ασθένειες

- Πολλές μολυσματικές ασθένειες προσβάλλουν τους ξενιστές τους εδώ και δεκάδες χιλιάδες χρόνια, ενώ κάποιες άλλες έχουν προκύψει πολύ πρόσφατα.
- Όταν μία νέα ασθένεια αποκαλύπτεται ή μία γνωστή ασθένεια από το παρελθόν ξανακάνει την εμφάνισή της και γίνεται κοινή, τότε μιλάμε για αναδυόμενες ασθένειες.
- Προφανώς οι αναδυόμενες ασθένειες αποτελούν ένα κενό στην συνεξέλιξη παρασίτων και ξενιστών και εγκυμονούν σοβαρούς κινδύνους.
- Τα τελευταία χρόνια με την «εισβολή» και «κατάληψη» παλαιότερα φυσικών οικοσυστημάτων πολλές τέτοιες ασθένειες έκαναν την εμφάνισή τους.

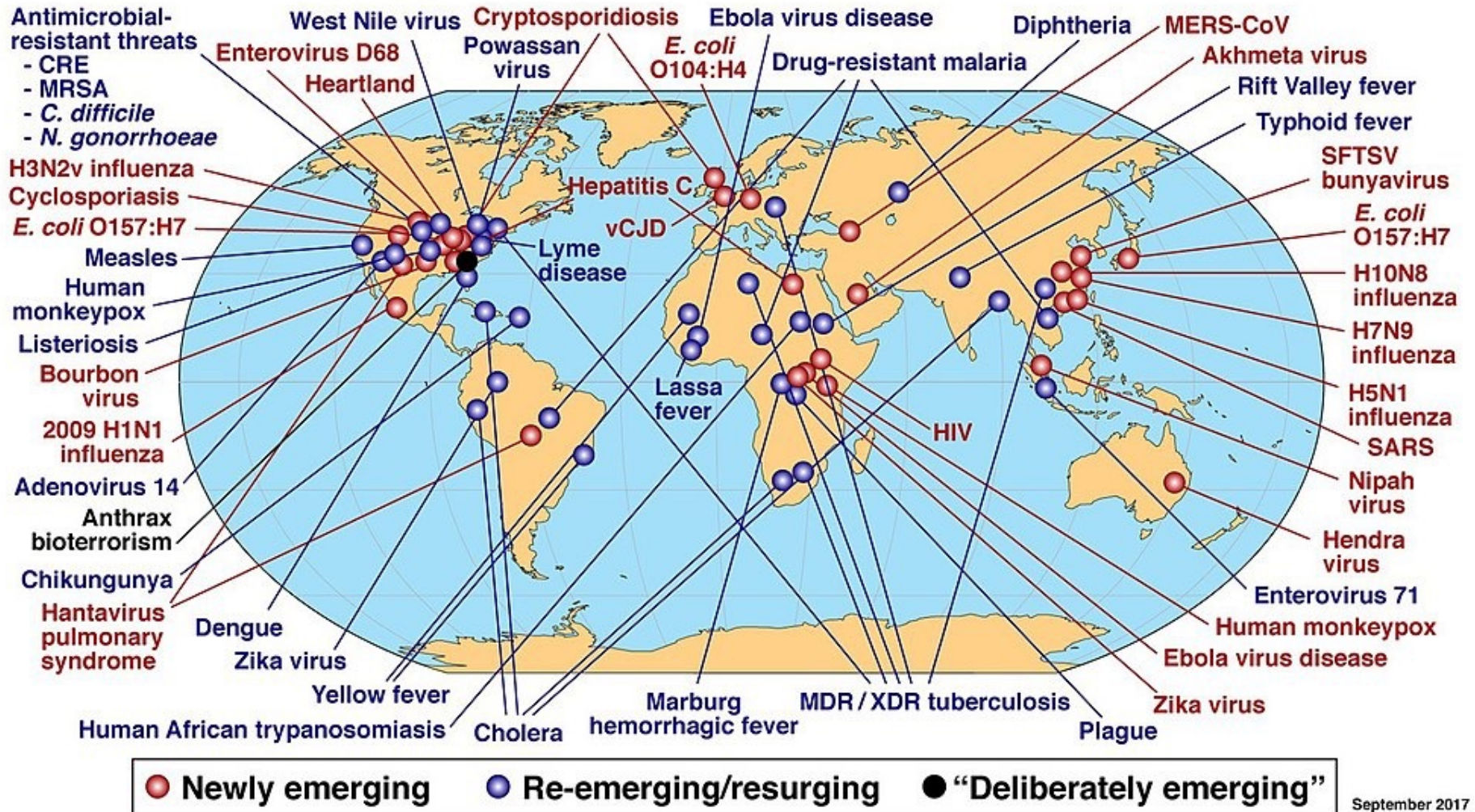
- Οι αναδυόμενες ασθένειες εμφανίζονται όταν μία μετάλλαξη επιτρέπει σε ένα παθογόνο να μεταπηδήσει σε ένα νέο ξενιστή ή όταν δύο συστήματα έρχονται για πρώτη φορά σε επαφή.
- Ο χυτριομύκητας που προκαλεί αφανισμό σε πληθυσμούς αμφιβίων, η γρίπη των πτηνών που μεταπήδησε από τα πτηνά στον άνθρωπο, καθώς και η “νόσος των τρελών αγελάδων” που μόλυνε βοοειδή, πρόβατα και τον άνθρωπο.





Futuyma & Kirkpatrick (2017) Evolution, 4<sup>th</sup> ed., Fig. 1.2

# Global Examples of Emerging and Re-Emerging Infectious Diseases



# Emerging Pandemic Diseases: How We Got to COVID-19

[David M. Morens](#)<sup>1,\*</sup> and [Anthony S. Fauci](#)<sup>1</sup>

▶ [Author information](#) ▶ [Copyright and License information](#) [Disclaimer](#)

**This article has been corrected.** See [Cell. 2020 October 29; 183\(3\): 837.](#)

This article has been [cited by](#) other articles in PMC.

## Abstract

Go to:

Infectious diseases prevalent in humans and animals are caused by pathogens that once emerged from other animal hosts. In addition to these established infections, new infectious diseases periodically emerge. In extreme cases they may cause pandemics such as COVID-19; in other cases, dead-end infections or smaller epidemics result. Established diseases may also re-emerge, for example by extending geographically or by becoming more transmissible or more pathogenic. Disease emergence reflects dynamic balances and imbalances, within complex globally distributed ecosystems comprising humans, animals, pathogens, and the environment. Understanding these variables is a necessary step in controlling future devastating disease emergences.

**Keywords:** infection, epidemic, epizootic, pandemic, One Health, zoonosis, virology, disease ecology, medical history, COVID-19

- Όταν παράσιτα και ξενιστές συνεξελίσσονται, κανένα είδος δεν θα επικρατήσει.
- Όταν το παράσιτο αναπτύσσει κάποιο πλεονέκτημα που το καθιστά πιο μολυσματικό, οι ξενιστές τίθενται σε ισχυρή πίεση να αντιπαραθέσουν μία νέα αποτελεσματική γραμμή άμυνας.

- Τα κουνέλια πρωτοεισήχθησαν στην Αυστραλία το 1859, μία περιοχή εκτός ιστορικής κατανομής και δίχως περιοριστικούς παράγοντες.
- Εκατοντάδες εκατομμύρια κουνελιών κατέλαβαν την ήπειρο με καταστροφή των βοσκοτόπων και της βιοποικιλότητας.
- Η μοναδική άμυνα ήταν επί μακρόν η κατασκευή φρακτών.
- Το 1950 ο ιός Myxoma που προκαλεί την μυξωμάτωση εισήχθη από τη Ν. Αμερική.



THE PRINCE AT THE RABBIT WARREN, BARWON PARK—DRAWN BY N. CHEVALER.



- Το 99,8% των κουνελιών πέθαναν άμεσα. Σε δεύτερο κύμα πέθανε το 90% ενώ σε τρίτο το 40-60%.
- Τα γονίδια ανθεκτικότητας πέρασαν στους απογόνους των κουνελιών.
- Σταδιακά προέκυψε μία πιο ισορροπημένη σχέση όπου ο ιός δεν ήταν τόσο θανατηφόρος και οι πληθυσμοί των ξενιστών ήταν πιο ανθεκτικοί.



- Αυτό επέτρεψε στα κουνέλια να ανακάμψουν και στον ιό να διατηρηθεί.
- Η αυστραλιανή κυβέρνηση συνέχισε να εισάγει ιούς από τη Ν. Αμερική που δεν είχαν συνεξελιχθεί με τα κουνέλια στην Αυστραλία.



# Αμοιβαιότητες

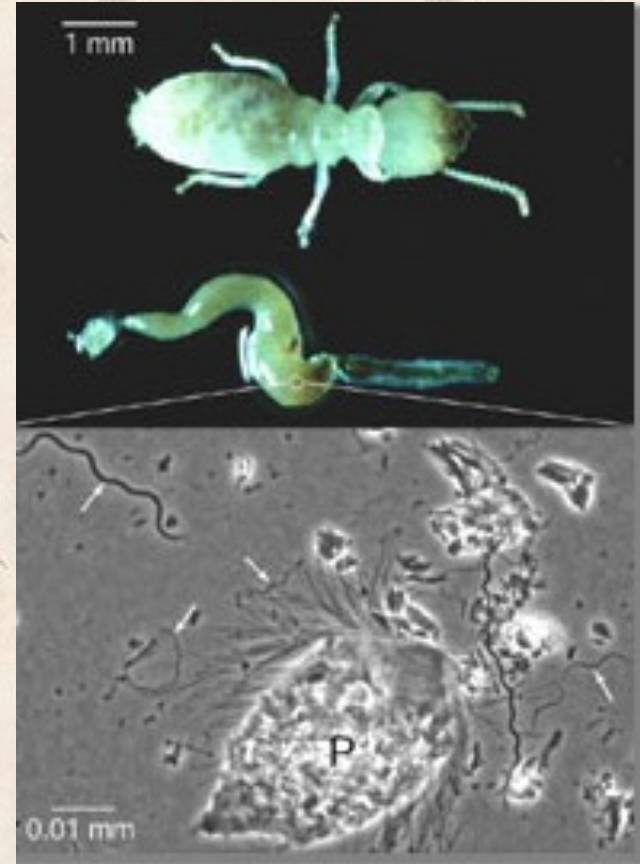
- Είναι οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ ειδών που ωφελούν άτομα από όλα τα εμπλεκόμενα είδη.
- Πρόκειται για περιπτώσεις αμοιβαίας εκμετάλλευσης όπου το κάθε είδος αποκομίζει κάτι από το άλλο.
- Πολλές αμοιβαιότητες έχουν προκύψει από παρασιτικές σχέσεις.
- Υπάρχει πάντα η πιθανότητα σύγκρουσης εντός των σχέσεων όπου ένας γονότυπος «εξαπατά» χωρίς να πληρώνει το κόστος της παροχής ενός πλεονεκτήματος.

# Παράγοντες που μειώνουν την αρμοστικότητα και «εξαπατούν»

1. Κυρώσεις έναντι εκείνου του εταίρου που υπερεκμεταλλεύεται
2. Ανταμοιβή των ατόμων που λειτουργούν συνεργατικά και αποκλεισμός όσων «εξαπατούν».
3. Η επιλογή ευνοεί τους «έντιμους» γονοτύπους. Αυτό θα συμβεί εάν υπάρχει μακροχρόνια ή μόνιμη σχέση μεταξύ των ατόμων.

- Στην ορχιδέα του Δαρβίνου (*A. sesquipedale*) το μεγάλο μήκος του νεκταροφόρου σωλήνα ευνοεί το φυτό επειδή προωθείται συνέργεια με το λεπιδόπτερο: το έντομο θα αναγκαστεί να πιέσει το κεφάλι του βαθιά στο άνθος κι έτσι θα πάρει (και θα μεταδώσει) γύρη.
- Ο Δαρβίνος υπέθεσε ότι εκδηλώνεται ένας συνεχής αγώνας με το φυτό να ακολουθεί οποιαδήποτε επιμήκυνση της προβοσκίδας του εντόμου με ίση ή μεγαλύτερη επιμήκυνση του νεκταροφόρου σωλήνα.
- Πράγματι, σε αντίστοιχα συστήματα φυτών-εντόμων, διαπιστώθηκε ότι τα έντομα με τις μακρύτερες προβοσκίδες κατανάλωναν περισσότερο νέκταρ και ότι τα φυτά με τους μακρύτερους σωλήνες δέχονταν περισσότερη γύρη.

- Ορισμένες αμοιβαίες συμβιώσεις προσδίδουν στον ένα ή σε όλους τους εταίρους νέες δυνατότητες.
- Πολλά χαρακτηριστικά βακτηρίων κωδικοποιούνται από γονίδια που μεταφέρονται από φάγους.
- Σχεδόν σε όλα τα φυτά και τα ζώα (περιλαμβανομένου και του ανθρώπου) διαβιούν συμβιωτικά βακτήρια χάρη στα οποία επιτελούνται βασικές μεταβολικές διεργασίες.

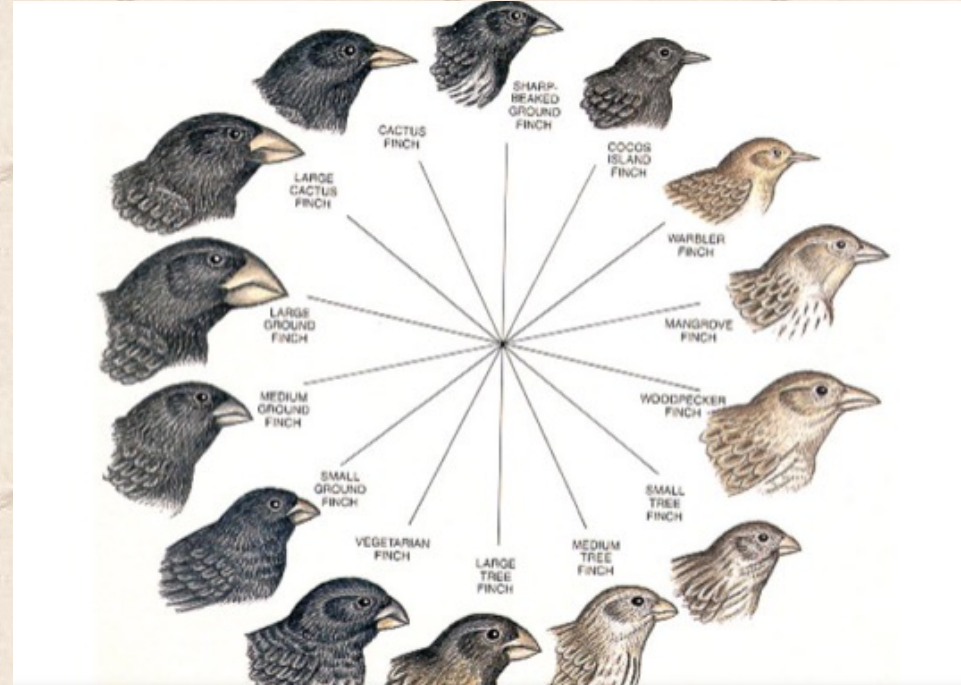


# Η εξέλιξη των ανταγωνιστικών επιδράσεων

- Ο Δαρβίνος μίλησε για «απόκλιση χαρακτήρα»: είδη με κοινό πρόγονο θα αποκλίνουν διότι όσο περισσότερο διαφοροποιούνται σε διάφορες παραμέτρους, τόσο πιο εύκολα θα μπορέσουν να αυξηθούν σε αριθμό.
- Οι πληθυσμιακές πυκνότητες περιορίζονται από πόρους όπως η τροφή, ο χώρος, τα καταφύγια ή οι θέσεις φωλιάσματος.
- Ο ανταγωνισμός για αυτούς τους πόρους εμφανίζεται τόσο μεταξύ των ατόμων (ενδοειδικός) όσο και των ειδών (διαειδικός)
- Ειδικά ο διαειδικός ανταγωνισμός μπορεί να οδηγήσει σε αποκλίνουσα διαφοροποίηση, είτε επειδή εξαναγκάζει τουλάχιστον το ένα είδος να αλλάξει ή να εξαφανιστεί.

- Στην **οικολογική εκτόπιση** **χαρακτήρα**, είδη που ανταγωνίζονται για έναν περιορισμένο πόρο μπορεί να υποφέρουν από χαμηλή αρμοστικότητα κι έτσι μπορεί να διαφοροποιηθούν ώστε να μειώσουν την επικάλυψη μεταξύ τους και άρα να βελτιώσουν, τελικά, την αρμοστικότητά τους.

- (βλέπε παράδειγμα σαυρών Anolis σε νησίδες της Φλόριντα – ειδογένεση)



- Ο ανταγωνισμός για τους πόρους μπορεί να διατηρήσει την ποικιλότητα των ειδών και των γονοτύπων.
- Στην οικολογική απελευθέρωση ένα είδος ή ένας πληθυσμός εμφανίζει μεγαλύτερη ποικιλομορφία στη χρήση των πόρων όταν διαβιοί μόνο του.
- Το ηλιόψαρο (*Lepomis gibbosus*) στις λίμνες όπου είναι το μοναδικό είδος καταλαμβάνει όλες τις θέσεις αλλά όπου υπάρχει και άλλο είδος ηλιόψαρου περιορίζεται στα ρηχά νερά.



# Εξέλιξη και δομή των βιοκοινοτήτων

- Τόσο η τρέχουσα εξέλιξη όσο και η φυλογενετική κληρονομιά μπορούν να καθορίσουν ποια είδη συνυπάρχουν στις τοπικές οικολογικές κοινότητες.
- Οι φυλογενετικά συντηρητικοί χαρακτήρες μπορεί να υπόκεινται σε περιβαλλοντικό φιλτράρισμα έτσι ώστε τα είδη σε ένα βιότοπο να είναι φυλογενετικά ομαδοποιημένα.
- Τα πολύ συγγενικά είδη τείνουν να διαχωρίζονται στον χώρο.

- Η ποικιλότητα μιας βιοκοινότητας απορρέει από τις εξελικτικές αποκλίσεις που ελαττώνουν τον ανταγωνισμό.
- Έτσι το μέγεθος των κυνόδοντων διαφέρει μεταξύ συμπάτριων ειδών της οικ. Mustelidae.
- Πιστεύεται ότι πρόκειται για προσαρμογές στη διατροφή με λεία που διαφέρει στο μέσο μέγεθος.



*Martes foina* - Πετροκούναβο

- Εάν δύο γεωγραφικές περιοχές έχουν παρόμοια περιβάλλοντα, παρατηρείται συγκλίνουσα εξέλιξη, όχι μόνο μεταξύ μεμονωμένων αλλά στο σύνολο των ειδών.
- Έτσι οι σαύρες *Apoelis* από τα τέσσερα μεγάλα νησιά της Καραϊβικής (Κούβα, Ισπανιόλα, Τζαμάικα και Πουέρτο Ρίκο) παρουσιάζουν μορφολογικές ομοιότητες (οικομορφές) παρότι είναι μονοφυλετικά είδη.
- Επιλέγουν ανάλογα μικροενδιαιτήματα και εμφανίζουν συνεπείς προσαρμοστικές μορφολογίες που έχουν εξελιχθεί ανεξάρτητα σε κάθε νησί: στιβαρό κεφάλι και σώμα, μεγάλα πίσω άκρα, μικρή ουρά στα εδαφόβια είδη – λεπτότερο κεφάλι και σώμα, μακρύτερη ουρά στα δενδρόβια είδη

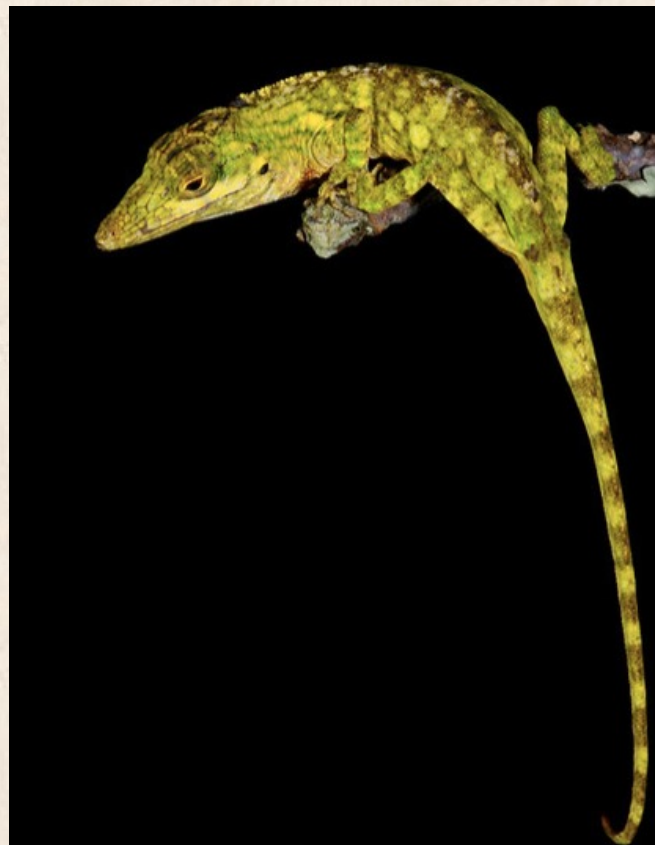


*Anolis lineator* -  
Τζαμάικα

*Anolis valencienni* -  
Τζαμάικα



*Anolis strahmi* -  
Ισπανιόλα



*Anolis insolitus* -  
Ισπανιόλα